

Aus der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

Direktor: Prof. Dr. med. S. Ruchholtz

des Fachbereichs Medizin der Phillips-Universität Marburg

Titel der Dissertation:

**Die inverse Schulterendoprothese als alternative Versorgung der
komplexen proximalen Humerusfraktur**

**Eine vergleichende Untersuchung der primären und sekundären
Implantation einer inversen Schulterprothese**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin der Phillips-Universität Marburg

vorgelegt von

Stefanie Steuer aus Pirmasens

Marburg, 2013

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
02.12.2013

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Prof. Dr. S. Ruchholtz

Korreferent: PD Dr. T. Efe

Inhalt

1. Einleitung	1
1.1 Frakturen des proximalen Humerus	1
1.1.1 Epidemiologie	1
1.1.2 Klassifikationen	2
1.1.3 Problematik der vorhandenen Klassifikationssysteme	7
1.1.4 Entscheidende Parameter für das Outcome	8
1.1.5 Versorgungsmöglichkeiten	9
1.2 Historische Entwicklung des Schulterendoprothetik	11
1.3 Die inverse Prothese	14
1.4 Ziel der durchgeführten Untersuchung	18
2. Material und Methoden	19
2.1 Patientenkollektiv	19
2.2 Datenerhebung	19
2.3 Verwendete Schulter-Scores	21
2.3.1 Der ASES- Score	21
2.3.2 Der Constant Score	22
2.3.3 Der Oxford Shoulder Score	26
2.4 Datenverarbeitung	27
2.5 Verwendete Prothesen	27
2.6 Operationsverfahren	29
2.6.1 Mögliche Komplikationen	31
2.7 Standardnachbehandlung	31
3. Ergebnisse	33
3.1 Patientenkollektiv	33
3.1.1 Anzahl	33
3.1.2 Nachuntersuchungsintervall	34
3.1.3 Epidemiologische Daten: Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht	34
3.1.4 Komorbiditäten	36
3.1.5 ASA Einschätzung	37
3.2 Angaben zu den Frakturen	37
3.2.1 Seitenverteilung der Frakturen	37
3.2.2 Frakturklassifikation	37
3.2.3 Weichteilschaden	40

3.2.4 Zusatzfrakturen/Begleitverletzungen	40
3.3 Osteosynthese Operation (sofern erfolgt)	40
3.3.1 Anzahl der Operateure	40
3.3.2 Dauer des stationären Aufenthaltes	40
3.3.3 Entscheidende Komplikation die zur Re-Operation geführt hat	40
3.4 Einbau der Inversen Prothese	41
3.4.1 Indikationen zum Einbau der Inversen Schulterprothese	41
3.4.2 Präoperative Behandlung	41
3.4.3 Angaben zur Operation – Operateur, Dauer, intraoperative Komplikationen	42
3.4.4 Verlauf des Hämoglobinwertes und erhaltene Blutkonserven	42
3.4.5 Dauer des stationären Aufenthaltes	44
3.4.6 Komplikationen im postoperativen Verlauf	44
3.5 Visuelle Analogskala	45
3.5.1 Schmerzen	45
3.5.2 Beweglichkeit	47
3.6. ASES (American shoulder and elbow association) - Score	49
3.7 Constant Score	50
3.7.1 Schmerzen	50
3.7.2 Alltagsaktivitäten	51
3.7.3 Subjektiver Anteil	56
3.7.4 Bewegungsausmaß	57
3.7.5 Kraft	60
3.7.6 Objektiver Anteil	62
3.7.7 Gesamtergebnis	62
3.8 Funktionelle Ergebnisse	66
3.8.1 Abduktion	66
3.8.2 Elevation	68
3. 9 Oxford Shoulder Score	71
4. Diskussion	74
4.1 Eigene Ergebnisse und Literaturvergleich	74
4.2 Komplikationen	83
4.3 Andere Indikationen inverse Prothese	86
4.4 Langzeitergebnisse	87
4.5 Anatomische Prothesen	89

4.6 Osteosynthetische Verfahren	90
4.7 Konservative Behandlung	92
4.8 Einsatz der inversen Prothese	94
4.9 Limitierung der Studie	95
5. Zusammenfassung.....	96
6. Literaturverzeichnis.....	100
7. Anhang	106
7.1 Anlage 1: Patientenerhebungsbogen	106
7.2 Anlage 2: Tabelle Einzelpersonen.....	116
7.3 Anlage 3: Studienvergleich	118
8. Persönlicher Anhang	121
8.1 Lebenslauf	121
8.2 Akademische Lehrer	122
8.3 Danksagung	125
8.4 Ehrenwörtliche Erklärung	126
8.5 Publikationen	127

1. Einleitung

1.1 Frakturen des proximalen Humerus

Die proximale Humerusfraktur ist eine der häufigsten Frakturen des Menschen. [11, 56] Zur Versorgung dieser Fraktur stehen diverse Möglichkeiten zur Verfügung. Während die Inzidenz in den letzten Jahren gleich geblieben ist, ist die Zahl der operativ versorgten Fälle deutlich angestiegen.[11] Es besteht keine Einigkeit darüber welche Frakturform welche Therapie erfordert, um das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. Es stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Die konservative Therapie, die Versorgung mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese, die Marknagelung, die anatomische Prothese und die inverse Prothese.[65, 68, 70, 108] Die Versorgung von komplexen Drei- oder Vierfragmentfrakturen stellt, insbesondere wegen der möglichen Kopfnekrose, eine besondere Herausforderung dar.[72] Momentan stellt die Entscheidung zur inversen Schulterendoprothese im Bereich des Traumas die primäre oder sekundäre Rückzugsmöglichkeit dar.[94] In der Literatur gibt es bisher wenige Aussagen über das Outcome nach Implantation einer inversen Schulterprothese bei traumatischer Indikation.[21, 23] Dennoch befürworten diese Autoren eine Implantation, insbesondere für ältere Patienten.[58, 65, 72, 80, 106]

1.1.1 Epidemiologie

Die proximale Humerusfraktur stellt mit etwa 5% aller Frakturen die dritthäufigste Fraktur des Menschen dar. Lediglich die distale Radiusfraktur und hüftgelenksnahe Frakturen treten häufiger auf.[11, 56] Die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur liegt derzeit bei 105 pro 100.000 Personenjahren[76], wobei Frauen zwischen 80 und 90 Jahren die höchste Inzidenz aufweisen.[30] In Anbetracht des zunehmenden Durchschnittsalters der Bevölkerung wurde zunächst eine Steigerung von jährlich 2% bei den über 60 Jährigen erwartet. [56] In den Jahren von 1970 bis 2002 hat sich die Inzidenz der proximalen Humerusfrakturen in einer von Palvanen et al. untersuchten finnischen Bevölkerung mehr als verdreifacht.[91] Das Durchschnittsalter ist von 73 auf 78 Jahre angestiegen, wobei das Durchschnittsalter in anderen Kollektiven mit 64,8 Jahren deutlich niedriger liegt.[29] Kannus et al. konnten diese Vorhersagen in ihren Untersuchungen allerdings etwas später nicht bestätigen. Sie untersuchten die Inzidenz von proximalen Humerusfrakturen an finnischen Frauen älter als 80 Jahre. Diese stieg 1970 und 1995 drastisch an, erreichte dann aber ein Plateau mit einer Inzidenz von ca. 300/100.000. Gründe für den ausbleibenden Anstieg bei Frauen > 80 Jahren in

den letzten 15 Jahren sind nicht bekannt. Mögliche Erklärungen sind der bessere Gesundheitsstatus im Alter und ein damit verbundenes geringeres Sturzrisiko.[56, 60] Zwar hat sich die Inzidenz der Humerusfrakturen nicht, wie erwartet, weiter gesteigert, dennoch hat sich die Zahl der operativ behandelten Fälle signifikant vergrößert.[11]

Mit einem Geschlechterverhältnis von 30:70 (Männer: Frauen), kommt die proximale Humerusfraktur deutlich häufiger bei Frauen vor. Die Inzidenz bei Frauen verdoppelt sich zudem mit jeder Dekade ab dem 4. Lebensjahrzent. [29, 30] Die proximale Humerusfraktur zählt neben der Wirbelkörperfraktur, dem distalen Radius und dem proximalen Femur zu den klassischen osteoporotischen Frakturen. Bei älteren Patienten sind somit leichte Traumen ausreichend um eine proximale Humerusfraktur zu erleiden, während bei jungen Patienten zumeist Hochrasanztraumen vorliegen. In 70% - 90% der Fälle ist der Unfallmechanismus ein Sturz aus Standhöhe.[30, 70]

1.1.2 Klassifikationen

Um eine optimale Indikationsstellung und Versorgung von Frakturen zu gewährleisten ist es zunächst notwendig diese suffizient zu klassifizieren. Die Frakturen werden anhand von Röntgenbildern (anterior-posteriore und axiale Aufnahme) und CT-Bildern klassifiziert.

Ziel der Klassifikation ist es Auskunft über Fragmentanzahl, Dislokationsgrad und den Frakturverlauf geben zu können. Die Klassifikation legt die Richtung der Therapie fest und hilft Aussagen über die Prognose zu treffen. Es sollte eine hohe Reproduzierbarkeit und eine große Übereinstimmung zwischen verschiedenen Untersuchern vorliegen (sog. „intra“ – und „interobserver reliability“). Zudem wird für den klinischen Alltag eine einfache Anwendbarkeit gefordert.[56]

Die am häufigsten verwendeten Klassifikationssysteme für den proximalen Humerus sind der Neer Score und die Einteilung nach AO (Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese)[108]. Daneben sind in der Literatur weitere Klassifikationen bekannt: LEGO-Codman-Klassifikation nach Hertel [53] oder HCTS-Klassifikation nach Resch[56]. Obwohl viele Ansätze bestehen, gibt es jedoch keine Klassifikation die allen Ansprüchen gerecht wird.

Die Klassifikation von Neer wurde 1970 veröffentlicht.[84] Er modifizierte die von Codman bereits 1934 aufgestellte Klassifikation. Dieser stellte fest, dass die Frakturlinien immer entlang der alten Epiphysenfugen verliefen. Die Frakturmorphologie teilte er dementsprechend in 4

Fragmente ein: Das Schaftfragment, Tuberculum majus und minus und das Kopffragment (siehe Abbildung 1).

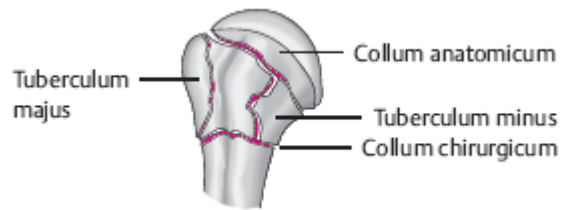


Abb.1: 4 Fragmente des proximalen Humerus [8]

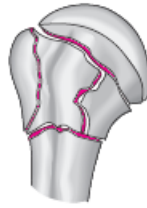
Die Klassifikation von Neer besteht aus 6 Untergruppen. Frakturen der Gruppe I sind alle minimal dislozierten Frakturen. Anzahl der Fragmente und Frakturverlauf spielen keine Rolle. Als minimal disloziert werden hierbei Frakturen mit einer Achsabknickung von weniger als 45° und einer ad-latus Verschiebung von weniger als 1 cm angesehen.

Gruppe II bis Gruppe V bezeichnen die dislozierten Frakturen (Abkipfung > 45°, Verschiebung > 1cm), in Abhängigkeit davon, welches Fragment am stärksten disloziert ist. Gruppe VI umfasst Luxationsfrakturen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2).

Gruppe I	Minimale Dislokation
Gruppe II	Frakturen des Collum anatomicum mit Dislokation des Kopffragments –mit oder ohne Frakturlinien der anderen Fragmente
Gruppe III	Fraktur des Collum chirurgicum mit Dislokation des Schaftes und intakter Rotatorenmannschette
Gruppe IV	Dislokation des Tuberculum majus
Gruppe V	Dislokation des Tuberculum minus
Gruppe VI	Luxationsfrakturen

Tabelle 1: Neer Klassifikation

Neer I:



undislozierte bzw. minimale Dislokation
alle 4 Segmente können betroffen sein

Neer II–VI: dislozierte Frakturen

Neer II: Collum anatomicum



2-Segment-Fraktur

Neer III: Collum chirurgicum



2-Segment-Fraktur
ad axim



2-Segment-Fraktur
ad latus



mit Trümmerzone

Neer IV: Tuberculum majus



2-Segment-Fraktur



3-Segment-Fraktur
(kombiniert mit Collum-
chirurgicum-Fraktur)



4-Segment-Fraktur
(kombiniert mit Collum-
chirurgicum- und
Tuberculum -minus-Fraktur)

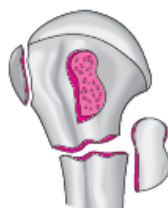
Neer V: Tuberculum minus



2-Segment-Fraktur



3-Segment-Fraktur
(kombiniert mit
Collum-chirurgicum-
Fraktur)

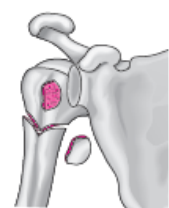


4-Segment-Fraktur
(kombiniert mit
Collum-chirurgicum-
und Tuberculum-
majus-Fraktur)

Neer VI: Luxationsfrakturen



mit vorderer
Kopfluxation



mit hinterer
Kopfluxation

Abb. 2: Neer-Klassifikation [8]

Im Jahr 1990 wurde die AO-Klassifikation von Mueller et al. publiziert. Die AO-Klassifikation berücksichtigt bis dahin fehlende Frakturformen wie zum Beispiel Valgusfrakturen. Kritisiert

wird sie allerdings, da die Darstellung nur in einer Ebene erfolgt und die Klassifikation für den Klinikalltag nicht praktikabel ist.[56]

Die Einteilung erfolgt zunächst in die Hauptgruppen A, B und C. A Frakturen stellen unifokal extraartikuläre Frakturen dar. B Frakturen sind bifokal extraartikulär und C Frakturen sind durch intraartikuläre Frakturverläufe gekennzeichnet. Die weitere Unterteilung in Untergruppen ist in der folgenden Tabelle, sowie in der Abbildung dargestellt (siehe Tabelle 2 und Abbildung 3).

Typ	Untergruppe	
A		Extraartikuläre unifokale Fraktur des proximalen Humerus
	A1	Tuberkulär
	A2	Metaphysär impaktiert
	A3	Metaphysär nicht impaktiert
B		Extraartikuläre bifokale Fraktur des proximalen Humerus
	B1	Mit metaphysärer Impaktion
	B2	Ohne metaphysäre Impaktion
	B3	Mit glenohumeraler Dislokation
C		Gelenkfraktur des proximalen Humerus
	C1	Wenig disloziert
	C2	Disloziert und impaktiert
	C3	Disloziert (luxiert)

Tabelle 2: AO- Klassifikation

1 Humerus

11 proximal (types according to topography and extent of bone lesion)

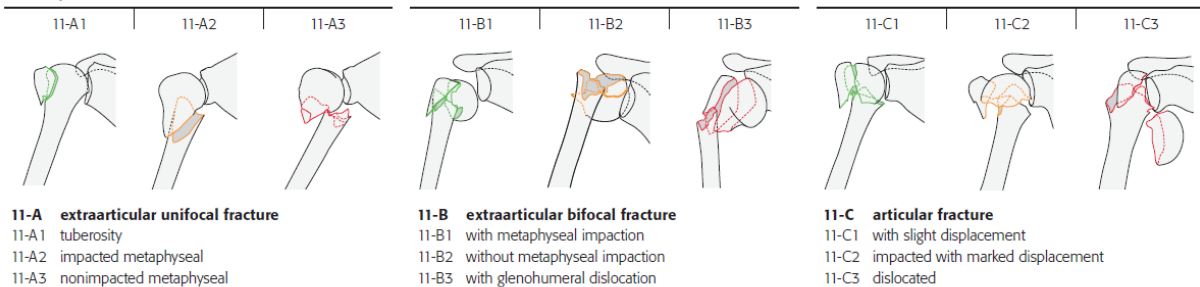


Abb. 3: AO- Klassifikation aus AO- Manual [1]

Innerhalb der proximalen Humerusfrakturen kommt mit 49% am häufigsten die Typ I Fraktur (minimal disloziert) nach Neer vor. Danach folgen 28% subcapitale 2-Fragment Frakturen und 9% dislozierte 3-Fragment Frakturen. 86% aller Frakturen gehören nur drei Kategorien an. Verwendet man die AO-Klassifikation, so sind 66% aller Frakturen A Frakturen (entweder isolierte Tuberculum majus Frakturen oder subkapitale Frakturen). 27% stellen B Frakturen dar und 7% intraartikuläre Brüche bzw. Luxationsfrakturen (C-Frakturen).[30]



Abb.4: A.p. Röntgenaufnahme einer Fraktur des proximalen Humerus (li) Neer VI, C3 Fraktur nach AO (4 Fragmente)

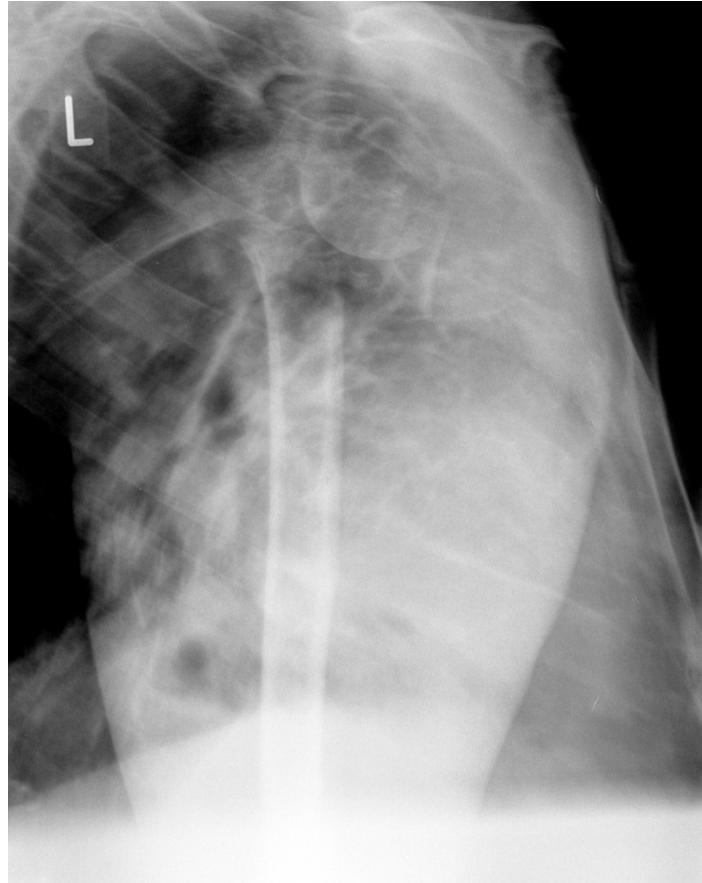


Abb.5: Seitliche Röntgenaufnahme einer Fraktur des proximalen Humerus (li) Neer VI, C3 Fraktur nach AO

1.1.3 Problematik der vorhandenen Klassifikationssysteme

Sowohl bei der Neer- als auch bei der AO- Klassifikation ist die „intra-„ und „interobserver reliability“ äußerst gering.[22, 48, 101, 102] Selbst erfahrene Untersucher klassifizieren jede 3. Fraktur bei der zweiten Begutachtung anders. Zwei verschiedene Untersucher differieren in ihrer Klassifikation bei jeder 2. Fraktur. Für die Untersucher am schwierigsten ist die Beurteilung des Tuberculum minus, sowie die Beurteilung des exakten Betrags der Dislokation.[102] Auch bei einer Vereinfachung des Klassifikationssystems in 6 Kategorien verändert sich die „intra- und interobserver reliability“ nicht.[101] Auch Majed et al., die in einer aktuellen Studie die „interobserver reliability“ testeten, konnten keine gute Reliabilität erreichen. Beurteilt wurden die Frakturen hierbei ausschließlich von Experten und ihnen wurden neben konventionellen Röntgenbildern, CT- Bildern mit 2D- und 3D- Rekonstruktionen auch synthetisch hergestellte 3D-Frakturmodelle zur Verfügung gestellt.[78] Alle Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Klassifikationen für den proximalen Humerus nicht genügend reproduzierbar sind und somit ein aussagekräftiger Vergleich zwischen verschiedenen Studien nicht möglich ist.

1.1.4 Entscheidende Parameter für das Outcome

Für das Outcome der chirurgischen Versorgung einer proximalen Humerusfraktur ist die Kopfnekrose ein entscheidender Parameter. Hertel et al. konnten in einer prospektiven Studie Faktoren isolieren, die für die Kopfdurchblutung determinierend sind.[54] Prognostisch ungünstig sind eine Kalkar-Länge von $< 8\text{mm}$, eine Mehrfragmentsituation oder eine „Hinge-Verschiebung“ (mediale Verschiebung des Schaftes gegenüber dem Kopf). Die Blutversorgung des Humerus erfolgt vor allem über die A. circumflexa humeri posterior (64%). Nur 36% der Versorgung wird durch die A. circumflexa humeri anterior geleistet.[55] Folglich ist der posteromediale Kalkarabschnitt zum einen ein prognostischer Faktor für die avaskuläre Humeruskopfnekrose, zum anderen verläuft dort das Blutgefäß, welches die Hauptversorgung des Humeruskopfes übernimmt.[56] Andererseits konnte gezeigt werden, dass eine initiale avaskuläre Kopfnekrose nicht zwangsläufig mit einem schlechteren Ergebnis vergesellschaftet ist.[45] Gerber et al. untersuchten 25 Patienten die einen Kollaps des Humeruskopfes in Folge einer avaskulären Nekrose nach Fraktur erlitten hatten. Frakturen die in annähernd anatomischer Position verheilten zeigten hierbei ein besseres Ergebnis, als solche die in nicht anatomischer Position ausheilten. Konnte eine anatomische Position erzielt werden, so war das Ergebnis vergleichbar mit Ergebnissen der Frakturedoprothetik (65% des alters- und geschlechtsadaptierten Constant Score).[45] Bastian und Hertel konnten zeigen, dass eine initiale Kopfschämie keine Vorhersage über die Entwicklung einer Kopfnekrose erlaubt. In der Gruppe der initial perfundierten Humerusköpfe kam es zu Fällen mit strukturellem Umbau oder auch Kopfnekrosen und in der Gruppe der initial ischämischen Humerusköpfe kam es in 8 von 10 Fällen nicht zur Entwicklung der Nekrose. Dies lässt den Schluss zu, dass es in den meisten Fällen zu einer Revaskularisierung kommt. Währenddessen bleibt es unklar, warum es bei initialer Perfusion im späteren Verlauf zu einer Nekrose kommt.[10]

Die bestehenden Klassifikationssysteme reichen nicht aus um eine suffiziente Grundlage einer Behandlung oder prognostischen Aussage zu sein. Aus diesem Grund sollte anhand der 3D-Rekonstruktion des CT Bildes folgende Parameter beurteilt werden[56]:

- Varus-/Valgusfehlstellung der Kalotte
- Flexions-/Extensionsstellung der Kalotte
- Rotationsfehlstellung der Kalotte
- Impaktion oder Distraktion der Kalotte
- Anzahl der Fragmente

- Länge des posteromedialen Kalkars
- Dislokation am medialen „Hinge“

1.1.5 Versorgungsmöglichkeiten

Bei der Versorgung der proximalen Humerusfraktur entscheidet nicht allein die Frakturmorphologie über die Therapie. Vielmehr sollte auch der Allgemeinzustand des Patienten, sein biologisches Alter, eventuell vorhandene Zusatzverletzungen, die Knochenqualität und nicht zuletzt der Aktivitätsanspruch des Patienten eine Rolle spielen.

Ziel jeglicher Behandlungsmaßnahmen ist die Schmerzfreiheit (-armut), eine frühfunktionelle Nachbehandlung und die bestmögliche Wiederherstellung der Funktion.

Das therapeutische Spektrum der Behandlung proximaler Humerusfrakturen ist sehr weit. Es reicht von der konservativen Therapie, über minimale osteosynthetische Verfahren, arthroskopische Versorgungstechniken, offene winkelstabile Plattenosteosynthese, Nagelung bis zur prothetischen Versorgung. Eine Einigkeit darüber welche Indikation eine spezielle Therapie zur Folge hat besteht nicht.[50, 70] Auch kann keine Überlegenheit der operativen gegenüber der konservativen Therapie gezeigt werden.[68, 70, 86, 87]

Literaturübersichtsarbeiten ergeben, dass nicht-dislozierte Frakturen konservativ behandelt werden können[28, 117] und dislozierte Frakturen tendenziell operativ versorgt werden[108]. Neuere Studien zeigen, dass auch 3- und 4- Fragment Frakturen konservativ behandelt werden können.[68] Die Art der konservativen Therapie wird hierbei unterschiedlich gehandhabt. Zumeist besteht die Therapie in einer initialen Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault Verband oder einem Brace zur Schmerzreduktion für etwa zwei Wochen. Möglichst früh sollte mit der schmerzadaptierten funktionellen Beübung des Armes unter physiotherapeutischer Anleitung begonnen werden. Nach etwa vier Wochen wird den Patienten freies Bewegungsausmaß erlaubt. [51, 77, 86, 87, 93]

Während bei jungen Menschen stabile Osteosynthesen erreicht werden, kann bei älteren Patienten, aufgrund der sehr häufigen Assoziation mit Osteoporose, bei operativer Therapie häufig nur ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden.[20]

Die winkelstabile Plattenosteosynthese liefert gute radiologisch-anatomische Ergebnisse, doch die funktionellen Ergebnisse, sowie der Gesamtnutzen sind in der Literatur umstritten.[41, 62, 68, 97] Insbesondere bei Patienten über 60 Jahren mit osteoporotischen 3- und 4-Fragment

Frakturen kommt es zu einer hohen Rate an Komplikationen.[20, 70, 90, 107] Es sind Risikofaktoren identifiziert, die mit einem signifikant höheren Risiko eines Implantatversagens einhergehen: Patientenalter, lokale Knochendichte, Qualität der Reposition, insbesondere der Herstellung der medialen kortikalen Abstützung.[58] Sollte eine suffiziente Reposition mit medialer Abstützung nicht möglich sein, sollte intraoperativ auf eine Frakturprothese gewechselt werden.

Es wird von Komplikationsraten bis zu 50% und 25% Revisionsoperationen nach winkelstabiler Plattenosteosynthese berichtet.[62] Mögliche Komplikationen der winkelstabilen Plattenosteosynthese sind: sekundäre Sinterung des Kopfes mit Durchschneiden der Schrauben und konsekutiven Arrosionen des Glenoids, Pseudarthrosen am Collum chirurgicum, Ausriss der Platte am Humerusschaft, sekundäre Dislokationen am Tuberculum majus, Nervus axillaris oder Plexusschäden, Infektionen.[20]

Osteosynthetische Versorgung mit konventionellen Platten oder Kirschner- Drähten führen eher über Instabilität zu sekundären Dislokationen. Es kann zu Fehlstellungen oder Pseudoarthrosen kommen.

Der proximale Humerusnagel ist der lateral angebrachten Platte in Sachen Stabilität überlegen und stellt auch bei Mehrfragmentfrakturen und osteoporotischem Knochen eine Versorgungsmöglichkeit dar. Es kann eine hohe Primärstabilität bei limitiertem Weichteilschaden erreicht werden. Voraussetzung für gute Resultate ist jedoch die korrekte Nagel-Platzierung über das intakte Kopffragment. Somit stellen Headsplit und verhakte Luxationsfrakturen eine Kontraindikation dar.[92, 109]

Es ist prinzipiell auch Jahre nach proximaler Humerusfraktur möglich eine Prothese einzubauen. Es wird eine Verbesserung der Score- Werte erzielt und die Autoren werteten die Resultate als zufriedenstellend. Dennoch liefert die sekundäre Fraktarendoprothetik schlechtere Ergebnisse als die primäre. So sollte bei komplexen Drei- oder Vierfragment-Frakturen die Prothese primär in Betracht gezogen werden.[85]

Der Operationszeitpunkt für den primären Protheseneinbau sollte innerhalb der ersten 7 Tage nach Trauma liegen. Mit zunehmender Latenzzeit erschweren Vernarbungen, Kontrakturen und heterotope Ossifikationen die Operation.[35]

Lange Zeit wurde bei mehrfragmentärer Situation, sofern eine Osteosynthese aussichtslos erschien eine anatomische Frakturprothese eingebaut. Heutzutage wird vermehrt primär die inverse Prothese eingebaut. Es sollte auch bedacht werden, dass bei dem überwiegend älteren

Patientenkollektiv, neben degenerativen Schäden der Rotatorenmanschette auch viele traumaassoziierte strukturelle Läsionen beobachtet werden.[7, 99]

Egal welcher Prothesentyp eingebaut wird, handelt es sich bei deren Implantation um eine schwierige Operation, die definitiv eine negative Auswirkung auf die Schulterfunktion haben wird.[105] Eine komplette Wiederherstellung der Schulterfunktion ist sehr unwahrscheinlich.[96] Einen nachgewiesenen negativen Einfluss auf das Outcome hat das Alter des Patienten.[13, 67, 105] Neben dem Alter spielt auch der Frakturtyp und der Dislokationsgrad eine wesentliche Rolle, sowie die intraoperativen Parameter: Erfahrung des Operateurs[59, 67] und Komplikationen.

1.2 Historische Entwicklung des Schulterendoprothetik

Die erste eingebaute Schulterprothese schreibt man dem französischen Chirurgen Jules Emile Péan zu (1893). Es wurde von einer Zunahme der Kraft und des Bewegungsausmaßes berichtet. Zwei Jahre später jedoch musste die Prothese entfernt werden, da die tuberkulöse Arthritis wieder kam. [40]

In der Folgezeit spielte die endoprothetische Versorgung bei Schulterproblemen eine untergeordnete Rolle. Erst 1955 berichtete Charles S. Neer eine Schmerzbefreiung bei 11 von 12 Patienten denen er eine Vitallium Prothese eingebaut hatte. Dies war eine nicht gekoppelte Hemi-Prothese, die ursprünglich für Frakturen konzipiert war. 1973 wurde die Prothese modifiziert, sodass erstmals auch ein Pfannenersatz vorgesehen war. Diese Prothese stellt die 1. Generation der Schulterendoprothesen dar. Der Kopf war fest mit der Pfanne verbunden, sodass man sie als nicht-modulare Monoblockprothesen bezeichnete.[114] Die zweite Generation der Schulterprothesen wurde Ende der 1980er Jahre eingeführt. Die modularen Biomet-Prothesen zeichneten sich dadurch aus, dass man verschiedene Schäfte und Kalotten miteinander kombinieren konnte. So konnte eine genauere Angleichung an die Anatomie erfolgen. Auch Revisionsfälle ließen sich so leichter handhaben.

In den 1990er Jahren wurde die 3. Generation von Prothesen entwickelt. Aus den Erkenntnissen heraus, dass der Humeruskopf eine variable Inklination gegenüber dem Schaft hat und das Zentrum gegenüber dem Schaft nach dorsal und medial verschoben ist („dorsomedialer Offset“), wurde diese Generation von Prothesen entwickelt. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass eine variable Inklination, sowie eine exzentrische Einstellung der Kalotte gegenüber dem Schaft möglich sind. Ein klassischer Vertreter dieser Generation ist die

Aequalis-Prothese (Tornier).[114] Die 4. Generation der Prothesen ermöglicht zusätzlich eine Retrotorsion der Kalotte gegenüber dem Schaft. Somit ist eine Flexibilität in allen 3 Achsen gegeben.

Insgesamt fielen die Ergebnisse der anatomischen Prothese bei frakturbedingter Indikation schlechter aus, als bei Versorgung der primären Omarthrose. [13, 15, 67] Es kann lediglich eine limitierte Funktion erreicht werden, bei unbeständiger Schmerzreduktion. Gründe hierfür werden in der Literatur mehrere genannt.[13] Führend sind die nicht erfolgreiche Einheilung der Tuberkula und deren sekundäre Dislokation. Bei Verlust der stabilisierenden Funktion der Rotatorenmannschette kommt es postoperativ häufig zu einem Humerskopfhochstand. In einem Review über eine Reihe von Studien zwischen 1973 und 1981 erkannte auch Neer, dass das Ergebnis schlechter war, wenn die RM zerstört war.[40] Sekundäre Einsteifungen, Lockerungen, Nervenläsionen und Infektionen sind weitere Gründe für ein Versagen der anatomischen Prothese. Wird eine Wechseloperation notwendig, so ist der erneute Einbau einer anatomischen Prothese oft unsinnig. Es zeigen sich bei Revisionen deutlich schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu Primärimplantation. Eine Funktionsverbesserung ist meistens nicht zu erwarten. Auch kommt es lediglich bei 60% zu einer Schmerzlinderung. Insgesamt ist bei der anatomischen Prothese nur mit einer eingeschränkten Funktion zu rechnen wenn die Rotatorenmannschette nicht rekonstruiert werden kann.[44]

Es wurden gekoppelte Prothesen entwickelt, um die Migration des Humeruskopfes nach proximal bei Rotatorenmanschettendefekt zu verhindern. Es kam jedoch zu hohen Komplikationsraten, insbesondere durch den Verschleiß von Komponenten. [106]

Dies führte zu der Entwicklung der inversen Schulterprothese, bei der die Glenoidkomponente die Wanderung des Humeruskopfes verhindern sollte. 1987 stellte Paul Grammont die inverse Prothese mit neuem biomechanischem Modell vor. Mittels einer Metaglène (glenoidseitige Basisplatte) wird auf die natürliche Pfanne die sog. „Glenosphäre“, eine Halbkugel, aufgesetzt. Diese artikuliert mit einer Art Pfanne, der „Epiphyse“ im proximalen Humerus. [114] Sie besteht aus drei Teilen, dem Polyethylen-Inlay, dem humeralen Halsteil und dem Schaft, die miteinander verschraubt werden (siehe Abbildung 6).



Abb. 6: 5 Komponenten der inversen Prothese (Delta III)[17]

Dieses Modell, medialisierte und distalisierte das Drehzentrum. So wird der Hebelarm vergrößert, die Vorspannung auf den Deltamuskel verbessert und die Scherkräfte auf das Glenoid verringert (siehe Abbildung 7).

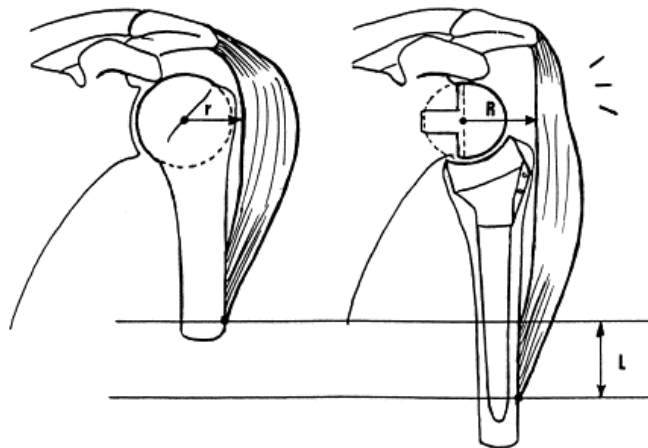


Abb. 7: Biomechanik der inversen Prothese[17]

Die Prothese zeigt eine geringe Luxationstendenz, da der Kraftvektor des Deltoideus auf die Pfanne zentriert ist. [114]Es wurde eine größere Schmerzerleichterung und eine bessere Funktion berichtet. Aber auch mit den aktuellen Modellen bleiben Bedenken und Herausforderungen. [40]

Drei Eigenschaften durch die sich das aktuelle Modell der Prothese auszeichnet:

- 1.) Das Drehzentrum des prothetischen Gelenks liegt auf der Oberfläche des Glenoids. So können Ausreißkräfte auf die Glenoidkomponente verhindert werden.
- 2.) Der nicht-anatomische Hals-Schaft-Winkel (155°) führt zu optimaler Gelenkstabilität.
- 3.) Der Deltamuskel bekommt eine optimale Spannung, ohne das Gewebe zu stark zu dehnen.

Die inverse Schulterprothese bietet im Vergleich zur anatomischen Prothese ein besser kalkulierbares Ergebnis, ohne auf die Einheilung der Tuberkel angewiesen zu sein.[44] Bei fehlgeschlagener anatomischer Prothese stellt der Wechsel auf eine inverse Prothese häufig den einzigen Ausweg dar. Auch wenn die Ergebnisse, nach vorausgegangener anatomischer Prothese, der primären Implantation einer inversen Prothese unterlegen sind, so kommt es doch zu einer deutlichen Funktionsverbesserung.[74, 112, 113]

1.3 Die inverse Prothese

Hauptindikationen zur Implantation einer inversen Prothese ist die schmerzhaftes Defektarthropathie[49]. Defektarthropathie beschreibt den Zustand einer schmerzhaften, pseudoparalytischen Schulter, nach lange bestehendem Defekt der Rotatorenmanschette. Es kommt zu einem Höbertreten des Humeruskopfes, mit folgender Gelenkinkongruenz und Instabilität des Humeruskopfes bei Omarthrose.[114] Weitere Indikationen sind verschiedene Pathologien die zur Insuffizienz der Rotatorenmannschette führen: proximale Humerusfrakturen, rheumatoide Arthritis, neurologische Erkrankungen, Tumoren, Revisionseingriffe nach Osteosyntheseversagen oder Versagen einer Schulterendoprothese.[106]

In den Anfängen galten lediglich die Defektarthropathie und massive Rotatorenmanschettendefekte in Kombination mit Arthrose als Indikationen für eine inverse Prothese. Ab Ende der 1990 er Jahre kam es zu einer Ausweitung des Indikationsgebiets und gleichermaßen zu einem starken Anstieg der absoluten Anzahl der eingebauten inversen Prothesen. Gleichzeitig nimmt die Anzahl der anatomischen Prothesen über die Jahre gesehen langsam ab. Auch bei Tumorpatienten, bei denen eine Resektion der Tuberkel notwendig ist, liefert die inverse Prothese bessere Ergebnisse.[106]

Bei allen Indikationen kommt es zu einer wesentlichen Verbesserung der Funktion. Dennoch kommt es bei Defektarthropathie, primärer Osteoarthritis mit Rotatorenmanschettendefekt

und massiven Rotatorenmanschettendefekten als Indikation zu besseren funktionellen Ergebnissen. Patienten mit posttraumatischer Arthritis, Fraktur oder Revisionseingriffen erreichen im Durchschnitt ein schlechteres Outcome und haben höhere Komplikationsraten.[63, 113]

Mittlerweile versucht man zunächst osteosynthetische Verfahren auszuschöpfen, bevor man eine prothetische Versorgung anstrebt. Dennoch gibt es Gründe, die absolut für die primäre Implantation einer inversen Prothese sprechen: Manche Fälle der avaskulären Kopfnekrose, festsitzende Dislokationen, nicht verheilendes Collum chirurgicum, nicht einheilende Tuberkel oder eine Inkongruenz der Gelenkfläche. [80]

Voraussetzung für den Erfolg einer inversen Prothese ist ein funktionstüchtiger Deltamuskel und die Möglichkeit der stabilen Fixierung der Glenoidbasisplatte.[106] Sind diese Grundvoraussetzungen nicht gegeben, ist es nicht sinnvoll eine inverse Prothese einzubauen. Patienten unter 60 Jahren sollte auch nur in begründeten Ausnahmefällen eine inverse Prothese eingebaut werden. Auch allgemeine Operations-Kontraindikationen gelten in analoger Weise: Floride Infektionen, fehlende Compliance (durch z.B. Alkoholismus, bestimmte Psychosen.)

Aufgrund der etwas eingeschränkten Beweglichkeit, schlechter funktioneller Langzeitergebnisse und der eingeschränkten Rückzugsmöglichkeiten sollte die Indikation erst bei Patienten über dem 65 Lebensjahr gestellt werden.

Verschieden Studien zeigen ein zufriedenstellendes funktionelles Outcome der inversen Schulterprothese nach proximaler Humerusfraktur und hohe subjektive Zufriedenheitsraten, bei weitgehender Schmerzfreiheit.[16, 21, 23, 42, 46, 72, 80, 113]Die durchschnittlichen Ergebnisse sind mit denen der anatomischen Prothese vergleichbar[21]. Die bisher vorhandenen mittel- bis langfristigen Überlebenskurven der inversen Prothese zeigen nach zwei bis drei Jahren eine Absenkung, die der frühen Lockerung entspricht. Ab dem sechsten bis achten Jahr kommt es zu einem weiteren Absinken der Überlebenskurve aufgrund schlechter werdenden funktionellen Ergebnissen.[39, 47]

Die Komplikationsrate bei Einbau einer inversen Prothese liegt je nach Studie zwischen 15 und 50% und Re-Operationsraten von 4-40%.[80, 118] Bei Revisionseingriffen sind die Komplikationsraten stets noch höher.[16, 113]

Zumstein et al. haben in ihrem Review 21 Kohortenstudien mit einem Follow-up von mindestens 24 Monaten untersucht. Sie unterscheiden dabei im Wesentlichen zwischen

Problemen und Komplikationen. Sie definierten Probleme als intra- oder postoperative Vorkommnisse, die das Outcome des Patienten nicht beeinflussen, wie „Notching“, Hämatome, heterotope Ossifikationen, Algodystrophie, Phlebitis, intraoperative Luxationen, intraoperative Zementextravasationen. Komplikationen wurden beschrieben als Ereignisse, die sehr wahrscheinlich eine negative Auswirkung auf das Ergebnis haben (Frakturen, Infektionen, Luxationen, Nervenlähmungen, aseptische Lockerungen einzelner Komponenten, Probleme mit den Glenoidschrauben). [118]

„Notching“, ein Impingement der humeralen Komponente am Skapulahals mit resultierender Osteolyse und Polyethylenabrieb[49], spielt in den meisten Studien die größte Rolle. Die Notching-Raten variieren in der Literatur sehr stark von 0-100%.[38, 106]

Infektion ist eine der verheerendsten Komplikationen der Schulterendoprothetik. Zumstein et al. berichten von einer Rate von 3,8% an tiefen Infektionen. Bei Revisionsoperationen liegt die Infektionsrate deutlich höher (5,8% vs. 2,9%). [118] Prädisponierende Faktoren sind ein großer Subacromialraum, sowie eine große Prothesenoberfläche. Die häufigsten Bakterien sind *Propionibacterium acnes*, Koagulase-negative Staphylokokken und *Staphylokokkus aureus*. [106]

Eine weitere wichtige Komplikation ist die Instabilität. Es werden von Luxationsraten zwischen 0%-30% berichtet.[106] Zumstein et al. berichten in ihrem Review von einer Inzidenz von 4,7%. Wieder ist die Inzidenz bei Revisionsoperationen mit 9,8% deutlich höher. [118] Es existieren viele Hypothesen wie es zu Instabilitäten kommen kann. Die Art und Anzahl vorheriger Operationen, die Knochenbeschaffenheit, Insuffizienz des *Musculus subscapularis*, Spannung des Deltamuskels, Impingement und erneutes Trauma scheinen eine Rolle zu spielen. Doch wie groß die jeweilige Relevanz des Faktors ist, ist bisher unbekannt.[106]

Seltene (Inzidenz 1,5%) postoperative Komplikationen sind Frakturen der Scapula oder des Acromions. Konservativ behandelte Akromionfrakturen haben aber keinen negativen Effekt auf das Outcome. Scapulafrakturen hingegen benötigen hingegen eine Osteosynthese und verringern das spätere Outcome. Weitere mögliche Komplikationen: Verlust der Glenoidkomponente, Hämatome.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass Komplikationen und Revisionen eine negative Auswirkung auf das Outcome haben. [118]



Abb.8: A.p. Röntgenaufnahme einer inversen Schulterprothese nach Fraktur des proximalen Humerus (II)

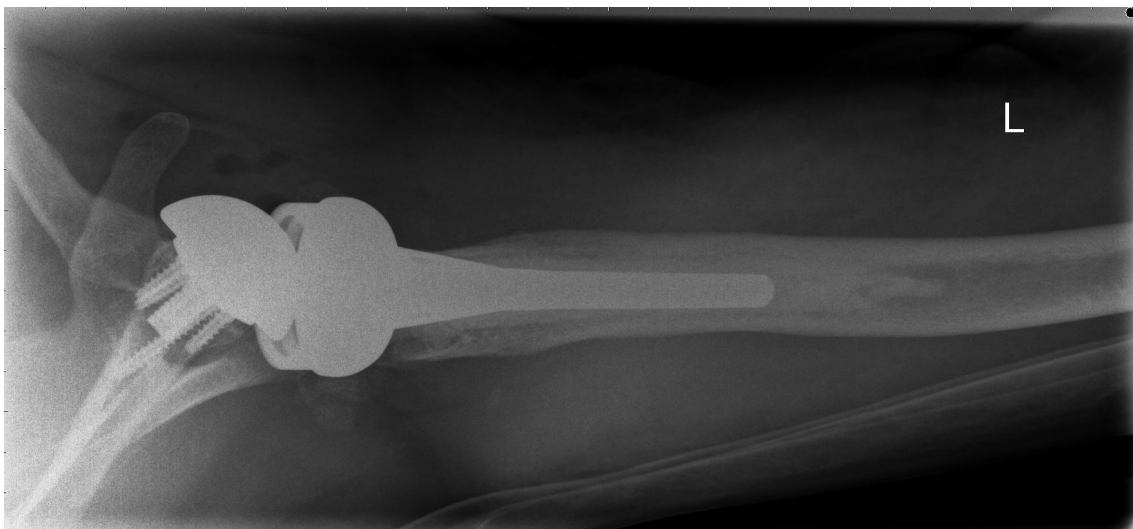


Abb.9: Seitliche Röntgenaufnahme einer inversen Schulterprothese nach Fraktur des proximalen Humerus (II)

1.4 Ziel der durchgeführten Untersuchung

Das Ziel der durchgeführten Untersuchung ist die retrospektive klinische Evaluation der Schulterfunktion und der Schmerzfreiheit nach Einbau einer inversen Prothese. Es wurden Patienten untersucht die primär eine inverse Prothese erhalten haben und Patienten die eine inverse Prothese sekundär nach Osteosyntheseversagen, bzw. Versagen eines konservativen Therapieversuches erhielten. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die im Zeitraum von Einführung der inversen Prothese in Marburg 2008 bis 02/2011 eine inverse Prothese nach traumatischer komplexer Humerusfraktur erhalten haben. Insgesamt soll die Studie die objektiven funktionellen und subjektiven Ergebnisse, in Bezug auf Lebensqualität und Funktionalität der Schulter abbilden. Es soll ein Vergleich zwischen der Gruppe mit primärer Implantation und der Gruppe der sekundären Implantation der inversen Prothese stattfinden.

2. Material und Methoden

Die vorliegende retrospektive klinische Studie wurde von der Ethik-Kommission der Universität Marburg genehmigt.

2.1 Patientenkollektiv

Alle Patienten, die im Zeitraum zwischen 01/2008 und 02/2011 eine inverse Prothese nach traumatischer Fraktur in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Marburg erhalten haben, wurden mittels der Orbis-Datenbank ermittelt. In diesem Zeitraum wurden 41 Patienten mit traumatischer Indikation mittels einer inversen Prothese versorgt. 8 Patienten waren zum Zeitpunkt der Kontaktierung bereits verstorben und eine Patientin war unauffindbar verzogen. Zwei Patienten mussten von der Studie ausgeschlossen werden, wobei eine Patientin multiple Kontrakturen aufwies und eine Patientin die Prothese bei nachgewiesenem Chondrosarkom sekundär erhalten hat. Die verbliebenen 30 Patienten haben teilgenommen. Sie wurden retrospektiv in 2 Gruppen eingeteilt: Die primäre Gruppe erhielt die Prothese direkt nach dem Trauma (nach den üblichen OP Vorbereitungen). Die sekundäre Gruppe erhielt die Prothese nach fehlgeschlagener Osteosynthese oder Versagen der konservativen Therapie (persistierende Schmerzzustände, Fragmentdislokationen). Sie wurden mit Beginn der Studie kontaktiert und ein Termin zur Befragung und Nachuntersuchung vereinbart. 21 Patienten war es nicht möglich in die Klinik zu kommen. Sie wurden daraufhin zu Hause besucht und dort befragt und untersucht. Bei Vereinbarung des Termins wurde darauf geachtet, dass mindestens ein halbes Jahr Abstand zwischen der Operation und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung bestand. Vor der Untersuchung und Befragung wurden die Patienten über den Sinn und Zweck der Studie, sowie die anonyme Verarbeitung der Daten aufgeklärt und Fragen diesbezüglich beantwortet.

2.2 Datenerhebung

Zur Erfassung der Daten wurde ein Erhebungsbogen erstellt (siehe 7.1 Anlage 1: Patientenerhebungsbogen). Die Daten aus dem ersten Teil stammen aus der Krankenakte des Patienten. Es wurden folgende Daten erhoben: Geburtsdatum, Operationsdatum (ggf. auch das Datum der osteosynthetischen Versorgung), Geschlecht, Größe zum Operationszeitpunkt, Gewicht zum Operationszeitpunkt. Ebenfalls erhoben wurde ob eine Osteoporose vorbekannt war, bzw. fehlte dies in der Dokumentation, so wurden die Patienten bei der Nachuntersuchung befragt, ob vor dem Unfall eine Osteoporose bekannt war oder eine

Osteodensitometrie erfolgt war. Befragt wurden die Patienten außerdem ob Links- oder Rechtshändigkeit besteht.

Im zweiten Punkt wurden die Patienten gebeten sich zurückzuerinnern wie die Situation vor dem Unfall war. Sie sollten hierzu die Fragen bezüglich der „Aktivitäten des täglichen Lebens“ beantworten.

Der dritte Punkt beinhaltet alle präoperativen Parameter. Anhand des präoperativen Röntgenbildes wurden hierbei folgende Daten erhoben: Frakturseite, Frakturtyp nach der Neer Klassifikation, Anzahl der Fragmente, Frakturtyp nach AO-Klassifikation. Anhand der Krankenakte wurden folgende Daten ermittelt: Ausmaß des Weichteilschadens, Bestehen einer Zusatzfraktur (ggf. mit Angabe welcher Art), relevante Nebendiagnosen, relevante Zusatzmedikation, Einnahme gerinnungshemmender Medikamente, Hämoglobinwert bei Aufnahme und am ersten postoperativen Tag, Anzahl der transfundierten Blutkonserven intraoperativ, sowie im Verlauf des stationären Aufenthaltes, ob und welche präoperative Behandlung erfolgt ist, die präoperative anästhesiologische Einschätzung anhand des ASA-Score.

Bezüglich der ersten Operation (Osteosynthese- sofern erfolgt) wurden folgende Daten mittels der OP-Berichte/OP-Dokumentation erhoben: Name des Operateurs, Dauer des stationären Aufenthaltes, Komplikationen, sowie die entscheidende Komplikation die zur Re-Operation geführt hat.

Ebenfalls anhand der OP-Berichte/OP-Dokumentation wurden die Daten des Einbaus der inversen Prothese erhoben. Folgende Parameter wurden erhoben: Indikation, bzw. Begründung zur Entscheidung zur inversen Prothese, Name des Operateurs, Dauer der Operation (Schnitt-Naht-Zeit), intraoperative Probleme und deren Lösungen, Komplikationen im postoperativen Verlauf, Dauer des stationären Aufenthaltes, die verwendete Prothese.

Der sechste Punkt erfasst die Situation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Es wird der ASES- Score, der Constant Score und der Oxford Shoulder Score erhoben.

Die körperliche Untersuchung der Schulter umfasste neben dem für den Constant Score benötigten Bewegungsausmaß der Schulter, die Sensibilität im Bereich des Nervus axillaris.

2.3 Verwendete Schulter-Scores

Wir haben bei jedem Patienten den ASES-, den Constant- und den Oxford Shoulder Score erhoben. Die einzelnen Scores sind im Folgenden dargestellt.

2.3.1 Der ASES- Score

Der von der Society of **American Shoulder and Elbow Surgeons** entwickelte Bewertungsmaßstab ist rein subjektiv. Der Score zielt vor allem darauf ab, die Selbsteinschätzung des Patienten und die Aktivitäten des täglichen Lebens abzubilden. Er ist unabhängig von der Diagnose zur Beurteilung der Schulterfunktion geeignet und einfach anzuwenden. [64] Es ist nachgewiesen, dass der ASES- Score ein valider, relevanter und praktikabler Bewertungsmaßstab ist.[82]

Ein Teil des Scores besteht auch aus einer körperlichen Untersuchung mit Dokumentation des Bewegungsausmaßes, der Kraft und Instabilität. Dieser Anteil geht jedoch nicht mit in die Berechnung des Punktwertes mit ein und wurde im Rahmen unserer Studie nicht extra durchgeführt, da die einzelnen Parameter im Constant Score enthalten sind.

Der eigentliche Score-Wert setzt sich aus zwei Teilen zusammen, die jeweils 50% des Score-Wertes ausmachen. Zum einen müssen die Patienten die aktuellen Schmerzen an dem betroffenen Arm auf der Visuellen Analogskala angeben (0-10 Punkte, wobei 0 Punkte keine Schmerzen bedeutet). Zum anderen müssen die Patienten 10 Fragen über die Aktivitäten des täglichen Lebens beantworten (siehe Tabelle 3).

1. Einen Mantel anziehen
2. Auf der schmerzhaften Seite schlafen
3. Den Rücken waschen / BH hinten schließen
4. Toilettenhygiene
5. Die Haare kämmen
6. Auf ein hohes Regal greifen
7. 5kg über Schulterhöhe heben
8. Einen Ball werfen
9. Der üblichen Arbeit nachgehen Beschreibung:
10. Dem üblichen Sport nachgehen Beschreibung:

Tabelle 3: Fragen zu den Aktivitäten des täglichen Lebens im ASES-Score

Für jede dieser Fragen gibt es vier Antwortmöglichkeiten (unmöglich, sehr schwierig, ein bisschen schwierig, gar nicht schwierig) die mit 0 (unmöglich) bis 3 Punkte (gar nicht schwierig) bewertet werden. Somit sind in der Summe der Aktivitäten des täglichen Lebens maximal 30 Punkte zu erreichen.

Die Berechnung der Punktzahl erfolgt mittels folgender Formel:

$$\text{ASES- Score Punktwert} = [(10 - \text{Wert der VAS}) * 5] + 5/3 * \text{Summe der Aktivitäten auf der betroffenen Seite}$$

Ein beschwerdefreier Patient (0 Punkte VAS und 30 Punkte bei Summe der Aktivitäten des täglichen Lebens) hätte somit einen Punktwert von 100.[95]

Eine Untersuchung von 343 schultergesunden Patienten ergab einen mittleren Wert von 92,2 Punkten (SD 14,5 Punkte), wobei speziell bei älteren Patienten geringere Werte als der Maximalwert von 100 zu finden waren. [98] Da unser untersuchtes Kollektiv fast ausschließlich ältere Menschen beinhaltet, sollte man nicht von einem präoperativen Wert von 100 Punkten ausgehen.

Da unsere Studie retrospektiv durchgeführt wurde, kann ein Verlauf des ASES- Score Wertes nicht erhoben werden, da ein präoperativer Wert der Visuellen Analogskala nicht dokumentiert wurde. Wir haben die Patienten retrospektiv zu ihren Aktivitäten vor dem Unfall befragt. Diese erhobenen Daten sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten.

2.3.2 Der Constant Score

Der 1987 von Constant und Murley veröffentlichte Score besteht aus einem subjektiven Anteil (35%) und einem objektiven Anteil (65%).[27] Es ist der am weitesten verbreitete Score zur Beurteilung der Schulterfunktion.[52] Im besten Fall können maximal 100 Punkte erreicht werden. Wir haben den Constant Score (CS) jeweils für die operierte Seite und die gesunde Schulter erhoben.

Der subjektive Anteil beinhaltet die Kategorien Schmerzen und Alltagsaktivitäten. Es können bei optimaler Schulterfunktion maximal 35 Punkte erzielt werden. In der Kategorie Schmerz gaben die Patienten an, ob sie keine, leichte, mäßige oder starke Schmerzen an dem jeweiligen Arm verspürten (siehe Tabelle 4).

Schmerzen

Keine	15 Punkte
Leicht	10 Punkte
Mäßig	5 Punkte
Stark	0 Punkte

Tabelle 4: Punkteverteilung der Schmerzangabe im Constant Score

Bei den Alltagsaktivitäten wurden die Patienten befragt in wie weit der Beruf ausgeübt werden kann oder Einschränkungen bestehen, inwieweit Freizeitaktivitäten/Sport möglich ist, inwieweit der Schlaf durch Schmerzen gestört ist und in welcher Höhe Tätigkeiten uneingeschränkt möglich sind. Die Punktbewertung ist im Folgenden dargestellt (siehe Tabelle 5).

Alltagsaktivitäten

Inwieweit kann der Beruf ausgeübt werden oder bestehen Einschränkungen	Voll möglich	4 Punkte
	Zum Teil möglich	2 Punkte
	Gar nicht möglich	0 Punkte
Inwieweit sind Freizeitaktivitäten/Sport möglich	Voll möglich	4 Punkte
	Zum Teil möglich	2 Punkte
	Gar nicht möglich	0 Punkte
Inwieweit ist der Schlaf durch Schmerzen gestört	Ungestört	2 Punkte
	Gelegentlich gestört	1 Punkt
	Jede Nacht	0 Punkte
Reichweite der Hand/ sind Bewegungen und Tätigkeiten in dieser Höhe uneingeschränkt möglich	Bis zur Gürtellinie	2 Punkte
	Bis zum Xiphoid	4 Punkte
	Bis zum Hals	6 Punkte
	Bis zum Scheitel	8 Punkte
	Über den Kopf hinaus	10 Punkte

Tabelle 5: Punkteverteilung der Alltagsaktivitäten im Constant Score

Der vom Untersucher erhobene objektive Teil enthält den Bewegungsumfang des Armes und die Kraft. Der Bewegungsumfang wird aufgeteilt in Abduktion, Elevation, Außenrotation und Innenrotation. Alle Bewegungen müssen aktiv und schmerzfrei erfolgen. Bei der Abduktion und Elevation werden die Winkel mithilfe eines Goniometers bestimmt. Entsprechend des ermittelten Winkels werden die Punkte verteilt (siehe Tabelle 6).

Bewegungsumfang

Abduktion/ Elevation	
0-30°	0 Punkte
31-60°	2 Punkte
61-90°	4 Punkte
91-120°	6 Punkte
121-150°	8 Punkte
151-180°	10 Punkte

Tabelle 6: Punkteverteilung der Abduktion/Elevation im Constant Score

Bei der Außenrotation schaut man ob der Patient die Hand auf den Hinterkopf legen kann- mit Ellenbogen nach vorne/Ellenbogen nach hinten. Ob es möglich ist die Hand auf den Scheitel zu legen – mit Ellenbogen nach vorne/Ellenbogen nach hinten und ob eine volle Elevation über den Kopf möglich ist. Jede dieser einzelnen Aktionen wird, sofern möglich, mit 2 Punkten bewertet, andernfalls 0 Punkte (siehe Tabelle 7).

Außenrotation (Mehrfachnennungen möglich)	Möglich	Nicht möglich
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorne	2 Punkte	0 Punkte
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach hinten	2 Punkte	0 Punkte
Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach vorne	2 Punkte	0 Punkte
Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach hinten	2 Punkte	0 Punkte
Volle Elevation über den Kopf	2 Punkte	0 Punkte

Tabelle 7: Punkteverteilung der Außenrotation im Constant Score

Bei der Innenrotation wird untersucht wie hoch der Patient seinen Handrücken auf der Körperrückseite führen kann. Je nach Höhe erhält er eine Punktzahl (siehe Tabelle 8).

Handrücken bis ...	Innenrotation
-auf Außenseite des Oberschenkels	0 Punkte
-auf dem Gesäß	2 Punkte
-auf lumbosakralen Übergang	4 Punkte
-auf Höhe 3. Lendenwirbel	6 Punkte
-auf Höhe 12. Brustwirbel	8 Punkte
Handrücken zwischen den Schulterblättern	10 Punkte

Tabelle 8: Punkteverteilung der Innenrotation im Constant Score

Für die Messung der Kraft wird der Patient gebeten den Arm in 90° Abduktion und 30° Anteversion zu bringen und ein Gewicht jeweils 5 Sekunden zu halten. Pro ½ kg erhält der Patient einen Punkt. Für die Kategorie Kraft werden maximal 25 Punkte vergeben. Patienten die 90° Abduktion nicht erreichen können, erhalten 0 Punkte in der Kategorie Kraft. [26]

Die aufsummierten Absolutwerte der Patienten können dann mit der gesunden Gegenseite, bzw. mit den alters- und geschlechtsadaptierten Scorewerten verglichen werden.

Constant untersuchte 900 gesunde Patienten und konnte so die folgenden alters- und geschlechtsadaptierten Normalwerte definieren (siehe Tabelle 9).[26]

Alter (Jahre)	Männer	Frauen
21-30	98	97
31-40	93	90
41-50	92	80
51-60	90	73
61-70	83	70
71-80	75	69
81-90	66	64
91-100	56	52

Tabelle 9: Alters- und geschlechtsadaptierte Normwerte des Constant Scores [26]

2.3.3 Der Oxford Shoulder Score

Um Kenntnisse über Schmerzen im Alltag zu erhalten haben wir den Oxford Shoulder Score (OSS) in der deutschen Übersetzung erhoben[57]. Der Oxford Shoulder Score wurde 1996 veröffentlicht[31] und für Patienten konzipiert, die degenerative oder entzündliche Schultererkrankungen haben. Instabile Schulterproblematiken können nur mit dem modifizierten Score abgebildet werden. Der Oxford Shoulder Score beinhaltet 12 Fragen zu Schmerzen im Alltag innerhalb der letzten vier Wochen. Die Fragen sind einfach strukturiert, sodass der Fragebogen von den Patienten gut angenommen wird. Jede Frage kann mit 5 unterschiedlichen Antwortmöglichkeiten beantwortet werden, die mit 0-4 Punkten bewertet werden. 4 Punkte stellt hierbei das bestmögliche Ergebnis dar.[33]

Bei Einführung des Scores wurden die Ergebnisse mit 1- 5 Punkten bewertet, wobei 1 Punkte das Beste und 5 Punkte das schlechteste Ergebnis darstellte. So konnten im schlechtesten Fall 60 Punkte erreicht werden. Dieses Bewertungssystem wurde jedoch von den meisten Nutzern als verwirrend angesehen, ist jedoch in der Literatur noch häufig vorzufinden.

Der Fragebogen mit den einzelnen Fragen ist im Anhang abgedruckt (siehe 7.1 Anlage 1: Patientenerhebungsbogen).

Studien die den Oxford Shoulder Score mit anderen Scores (Constant und UCLA Score) vergleichen, zeigen eine signifikante Korrelation.[9] Zudem konnte die Validität und Reliabilität des OSS nachgewiesen werden.[57, 64, 88]

2.4 Datenverarbeitung

Die Daten wurden mit dem Programm Excel erfasst und verwaltet und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 19.0 ausgewertet. Vergleiche zwischen den beiden Gruppen wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Um das Problem der Bindungen zu berücksichtigen, wurde die Monte-Carlo Signifikanz zu Hilfe genommen (Konfidenzniveau 95%, Anzahl der Stichproben: 10 000). P-Werte kleiner oder gleich 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

2.5 Verwendete Prothesen

Für die ersten 5 Prothesen (16,67%) (4 im Jahr 2008 und den ersten Protheseneinbau im Jahr 2009) verwendete man das Modell Anatomical Shoulder Inverse/Reverse System der Firma Zimmer[3]. Für die restlichen 25 Operationen (83,33%) wurde die inverse Schulterprothese Delta Xtend von Depuy[2] verwendet.

Beide Modelle wurden auf der Basis des von Paul Grammont 1985 entwickelten Modells konzipiert.

Die Prothese der Firma Zimmer besteht aus der „Trabecular metal“ Technologie, die speziell auf porösen Knochen abgestimmt ist (siehe Abbildung 10). Sie ist durch vollständig miteinander verbundene Poren zur Abstützung gekennzeichnet. Es besteht eine große Ähnlichkeit mit den mechanischen und physikalischen Eigenschaften von trabekulärem Knochen, sodass eine Glenoidverankerung mit guter Osteointegration möglich ist. [4]

Die Glenoidverankerung hat einen kleinen Durchmesser, sodass ein großer Knochenerhalt gewährleistet werden kann. Sie wird mit zwei selbstschneidenden Inverse/Reverse Schrauben befestigt. Die superiore Schraube dient der Fixierung an der Basis des Coracoids. Sie hat eine variable Winkelstellung von maximal 30°. Die inferiore Schraube dient der Fixierung am Skapulahals. Beide Schrauben werden mit einer Klemmschraube fixiert und gesichert.

Ein Vorteil der inversen Prothese zeigt sich im Revisionsfall. Hierbei kann bei primärer Implantation einer anatomischen Prothese, der Schaft in-situ verbleiben und lediglich das Aufbausystem muss gewechselt werden.



Abb. 10: Inverse Prothese der Firma Zimmer [3]

Die Delta Xtend Prothese der Firma Depuy wurde 2007 auf dem Markt eingeführt (siehe Abbildung 11). Der Schaft der Prothese kann wahlweise zementiert oder Press Fit eingebaut werden. Die Glenoidkomponente ist zementfrei. Stabilität wird durch die 4 Schrauben und die Hydroxylapatit-Beschichtung erzielt. Das Material der Prothese ist im Falle des zementierten Humerusschaftes eine Kobalt- Chrom Legierung. Der zementfreie Humerusschaft besteht aus einer Titanschmiedelegerung mit HA-Beschichtung, die Metaglène aus einer Titanschmiedelegerung und die Glenosphäre: Kobalt-Chrome.

Die Glenoidkomponente wird durch zwei polyaxial winkelstabile, kannülierte und 2 nicht-winkelstabile Schrauben mit verstellbarem Winkel fixiert. So soll eine maximale Primärstabilität erreicht werden, bei gleichzeitiger Steigerung des Widerstands gegenüber Lockerungs- und Scherkräften.



Abb. 11: DePuy Schulterprothese[2]

2.6 Operationsverfahren

Im Folgenden wird das Operationsverfahren der Implantation einer inversen Schulterprothese dargestellt werden. Die sekundäre Implantation erfolgt nach Entfernung des Osteosynthesematerials in analoger Weise.

Präoperativ erfolgt anhand von Röntgen- oder CT-Aufnahmen die Sicherung der Indikation zur Prothese. Anhand der Bilder kann sodann die Größe und Ausrichtung des Implantats ausgemessen werden, sowie die Knochenstruktur und die Struktur des Glenoids beurteilt werden. Es sollte eine neurologische Untersuchung der drei Anteile des Musculus deltoideus erfolgen.

Für die Operation wird der Patient halbsitzend (Beachchair-Position) gelagert. Der Arm sollte hierbei frei beweglich sein. Es erfolgt die mehrmalige Hautdesinfektion, sowie sterile Abdeckung des Operationsgebiets.

Es gibt zwei operative Zugangsmöglichkeiten: der supero-laterale Zugang mit Spaltung des Deltamuskels und der deltoideo-pektorale Zugang.[49] Wir haben in unserem Kollektiv ausschließlich den deltoideo-pectoralen Zugang verwendet. Der weit verbreitete deltoideopectorale Zugang schont den Deltamuskel und erlaubt einen optimalen Überblick über den unteren Teil der Gelenkpfanne. Bei Revisionsoperationen wird ausschließlich der deltoideopectorale Zugang verwendet.

Die Wahl des operativen Zugangs hat keinen Einfluss auf das Outcome der Schulterfunktion[69], aber es sind höhere Komplikations-, Problem- und Revisionsraten bei dem deltoideopectoralen Zugang zu verzeichnen.[118]

Es wird angeraten ein Débridement des Acromioclavicular-Gelenks durchzuführen. Aufgrund der vielfach vorkommenden Degeneration des Gelenks wird mit dem Débridement eine bessere Beweglichkeit der Schulter nach Prothesenimplantation erreicht.

Wählt man den deltoideopectoralen Zugang, so wird nach der Hautinzision medial der Vena cephalica präpariert. Diese wird mit dem Deltamuskel zurückgezogen. Es folgt die Inzision der Faszia clavipectoralis, sowie die scharfe und stumpfe Dissektion des humeroscapularen Gleitraums. Der Nervus axillaris wird am anteroinferioren Rand des Musculus subscapularis aufgesucht. Danach werden die anterioren Humerusgefäße unterbunden bzw. ligiert. Ist die Bizepssehne noch vorhanden wird diese tenodiert oder tenotomiert. Die Subcapularissehne wird später am Tuberculum minus refixiert. Es werden die restlichen Kapselreste des Humerus gelöst und der Humeruskopf außenrotiert nach ventral luxiert.

Anschließend wird der Markraum des Humerus präpariert. Mit dem Bohrer wird schrittweise der Markraum aufgefräst, bis die Kortikalis des Markraums erreicht ist.

Mit der Resektionslehre wird dann der Humeruskopf reseziert. Die Resektionskante liegt hierbei 1-2 mm distal des proximalen Tuberculum majus humeri. Besonders ist hierbei, dass der Schnittwinkel 155° beträgt. Er entspricht somit nicht dem anatomischen Hals-/Schaftwinkel von 135°.

Mittels eines Retraktors, der unter dem Labrum glenoidale positioniert wird, wird die Gelenkpfanne dargestellt. Bei diesem Schritt ist es wichtig den Nervus axillaris zu schonen.

Es wird ein komplettes Kapselrelease durchgeführt, das Labrum exzidiert und mit einem großen scharfen Löffel der gesamte Gelenkknorpel entfernt.

Die Metaglène wird so positioniert, dass die Auflagefläche zum Glenoid maximal ist und eine sichere Fixierung der Schrauben möglich ist. Bei der Präparation des Glenoids wird zunächst maschinell, dann manuell gefräst, dann wird das zentrale Loch gebohrt. Nach der Positionierung wird die Metaglène mit zwei polyaxial winkelstabilen Schrauben (superior und inferior), sowie entweder polyaxial winkelstabil oder nicht-winkelstabilen Schrauben anterior und posterior befestigt.

Danach wird der Humerus proximal aufgefräst und die Probe-Humeruskomponenten eingesetzt.

Die Probeglenosphäre wird auf die Metaglene gesetzt. Unter Längszug wird das Schultergelenk dann reponiert und die Bewegung des Armes überprüft. Die Prothese sollte guten Halt haben, keine Luxationstendenz zeigen und eine adäquate Vorspannung des Musculus deltoideus sollte gewährleistet sein. Es werden die endgültigen Implantate eingebracht.

Nach einer ausgiebigen Spülung wird das Gelenk reponiert und die Gelenkbeweglichkeit und – stabilität beurteilt. Nach erneuter Spülung wird, wenn möglich, der Subscapularis reinseriert. Es wird eine Drainage gelegt und die Wunde schichtweise verschlossen.[2, 49]

2.6.1 Mögliche Komplikationen

Es kann zu den üblichen Operationskomplikationen kommen, die auch beim Einbau einer anatomischen Prothese entstehen. Diese beinhalten Infektionen, Instabilitäten und Nervenverletzungen. Hierbei stellt vor allem der Nervus axillaris die gefährdetste Struktur dar. Darüber hinaus gibt es spezielle operationsbedingte Komplikationen der inversen Prothese: Ausriss der Glenoidbasisplatte, Dissoziation der Komponenten und Stressfrakturen der Scapula.[5]

2.7 Standardnachbehandlung

Ist eine komplikationslose Implantation der inversen Schulterprothese erfolgt, so erhält der Patient eine intensive physiotherapeutische Nachbehandlung (beginnend bereits am 2. postoperativen Tag). Das in Marburg verwendete Standardschema nach Implantation einer inversen Prothese ist im Folgenden dargestellt. Das Konzept wird dem jeweiligen Fortschritt des Patienten und vor allem seiner Schmerzfreiheit angepasst werden.

Die Standardnachbehandlung sieht eine Lagerung im Gilchrist-Verband für zwei Wochen im Rahmen der Wundheilung vor. Aus dem Gilchrist- Verband heraus erfolgt unmittelbar postoperativ eine intermittierende physiotherapeutische Übungsbehandlung. Die Bewegungen sollten der Schmerzintensität angepasst werden und zunächst aktiv assistiv erfolgen, wobei eine baldige Steigerung auf aktiv resistive Bewegungen erfolgen sollte. Ab der sechsten Woche sind uneingeschränkte Bewegungsausmaße, sowie resistive Bewegungen erlaubt.

Eine physiotherapeutische Behandlungsfrequenz von 3-5 Einheiten pro Woche sollte auch in der ambulanten Nachbehandlung erreicht werden.

Ab der 6.-8. Woche können die Patienten mit leichter Arbeit beginnen, nach der 12.-14. Woche mit mittelschwerer oder schwerer körperlicher Arbeit.

Wurf-, Überkopf- oder Rückschlagsportarten sind dauerhaft zu vermeiden.

Daneben erhält der Patient eine allgemein übliche postoperative Behandlung. Unmittelbar postoperativ wird der Arm schonend gelagert werden und es wird mit abschwellenden Maßnahmen begonnen. Massagen werden regelmäßig durchgeführt, begleitend zur abschwellenden Medikation. Die Redon-Drainage wird je nach geförderter Sekretmenge meist am 2. postoperativen Tag entfernt.

3. Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

3.1.1 Anzahl

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 30 Patienten untersucht, die im Zeitraum von Januar 2008 bis Februar 2011 eine Inverse Prothese mit traumatischer Indikation in der Abteilung für Unfall-, Hand-, und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Marburg erhalten haben. Eine Übersicht der wichtigsten Parameter jedes einzelnen Patienten ist im Anhang abgedruckt (siehe 7.2 Anlage 2: Tabelle Einzelpersonen). Es wurden zwei Gruppen gebildet. Die erste Gruppe, mit 19 Patienten, hat primär die inverse Prothese erhalten. Die zweite Gruppe, mit 11 Patienten, erhielt die Prothese sekundär (siehe Abbildung 12). Innerhalb dieser Gruppe erhielten 7 Patienten eine Inverse Prothese nach vorausgegangenem Osteosyntheseversagen. Hiervon hatte eine Patientin einen auswärtig versorgten ausgerissenen Marknagel. Bei den anderen Patienten zeigten sich ausgerissene Schrauben, Dislokation von Knochenfragmenten oder eine posttraumatische Omarthrose mit persistierenden Schmerzen und Steife der Schulter nach Osteosynthese mittels NCB-Platte. 4 Patienten wurde eine inverse Prothese implantiert nach vorausgegangenem gescheitertem konservativem Therapieversuch. Die Patienten klagten hierbei über persistierende starke Schmerzen und Bewegungseinschränkung. In einem Fall zeigt sich in der Röntgenkontrolle eine sekundäre Dislokation eines Knochenfragmentes.

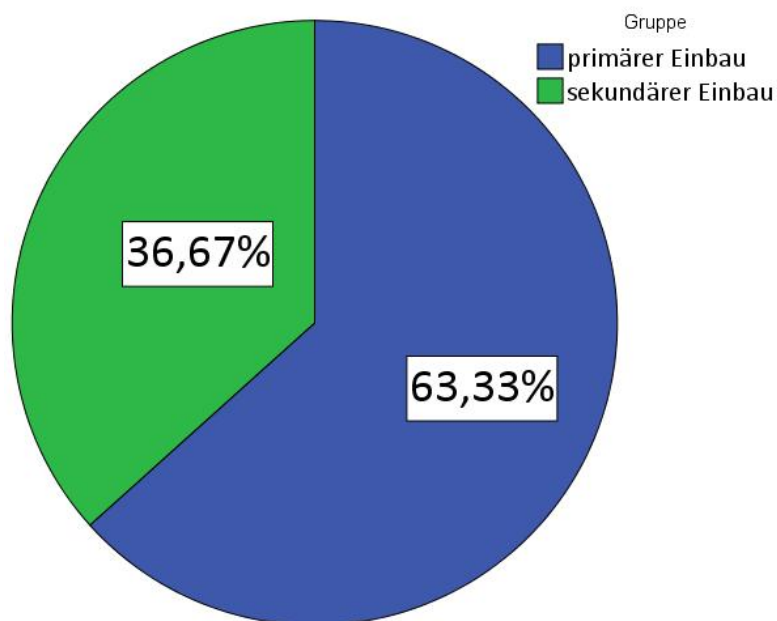


Abb. 12: Anteil primärer und sekundärer Einbau

3.1.2 Nachuntersuchungsintervall

Die Patienten haben im Schnitt 1,46 Jahre (SD 0,57) nach der Operation an der Studie teilgenommen. In der primären Gruppe betrug die mittlere Dauer des Nachuntersuchungsintervalls 1,40 Jahre (SD 0,59), in der sekundären Gruppe 1,56 Jahre (SD 0,54). Die beiden Gruppen unterschieden sich somit nicht wesentlich hinsichtlich des Zeitpunktes der Nachuntersuchung in Relation zur Operation. Somit kann der Störfaktor, dass man die Patientengruppen zu unterschiedlichen Zeiten nachuntersucht hat, als vernachlässigbar klein angesehen werden.

3.1.3 Epidemiologische Daten: Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht

Das mittlere Alter des Gesamtkollektivs betrug 76,26 Jahre (SD 12,90). In der primären Gruppe zeigte sich mit 79,31 Jahren (SD 9,95) ein deutlich höheres Durchschnittsalter, als in der sekundären Gruppe 70,99 Jahre (SD 15,99) (siehe Tabelle 10). Die Mann-Whitney-U-Test zeigte mit $p = 0,077$ einen grenzwertigen p-Wert, dennoch ist der Unterschied statistisch als nicht signifikant anzusehen. Auffällig in der sekundären Gruppe ist eine Patientin, die im Alter von 25 Jahren eine inverse Prothese erhalten hat. Hierbei handelte es sich um eine fehlgeschlagene osteosynthetische Versorgung nach komplexer Fraktur bei Polytrauma. Eine Altersverteilung zeigt Abbildung 13.

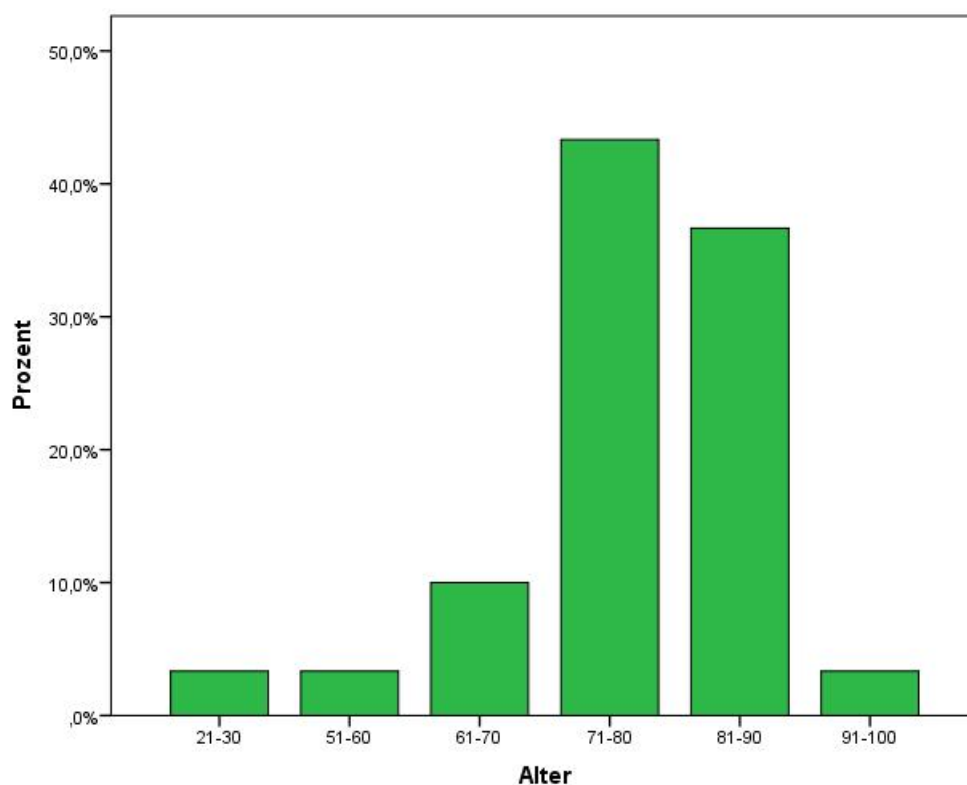


Abb. 13: Altersverteilung des Gesamtkollektivs

Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum
Primär	79,31	9,95	81,26	52,14	95,12
Sekundär	70,98	15,99	76,35	25,58	82,13
Insgesamt	76,25	12,90	78,50	25,58	95,12

Tabelle 10: Vergleich des Alters

Unter den 30 Patienten waren 5 männlich (16,7%) und 25 weiblich (83,3%) (siehe Abbildung 14). In der primären Gruppe fanden sich 4 Patienten (21,1%) und 15 Patientinnen (78,9%). In der sekundären Gruppe nahmen ein Mann (9,1%), sowie 10 Frauen (90,9%) teil (siehe Tabelle 11).

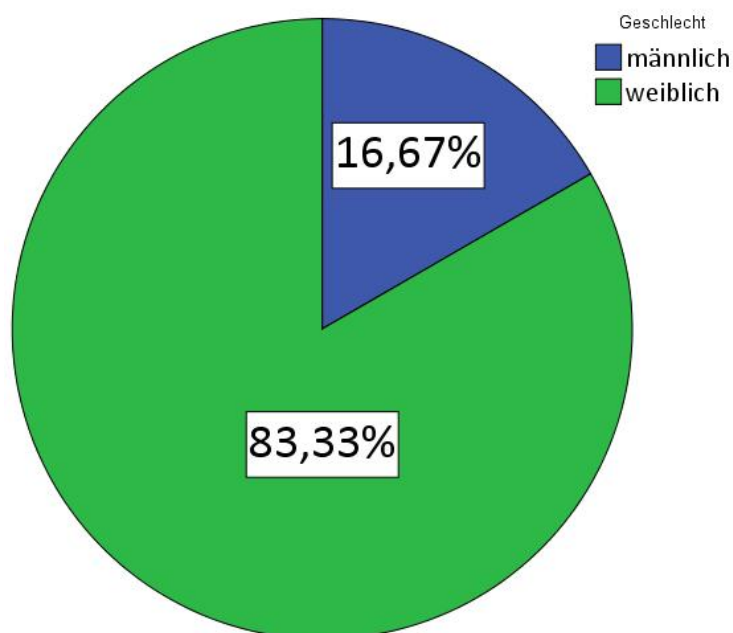


Abb. 14: Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv

	Primäre Gruppe	Sekundäre Gruppe	Gesamt
Geschlecht	4 (21,1%)	1 (9,1%)	5 (16,7%)
Männlich			
Weiblich	15 (78,9%)	10 (90,9%)	25 (83,3%)

Tabelle 11: Vergleich der Geschlechterverteilung

Die mittlere Körpergröße zum Operationszeitpunkt betrug 161,76cm (SD 8,16). In der primären Gruppe 162,21cm (SD 7,54), in der sekundären Gruppe 161,00cm (SD 9,47). Das mittlere Gewicht insgesamt betrug 74,08 kg (SD 17,08) (primäre Gruppe 73,84kg (SD 14,69); sekundäre Gruppe 74,08kg (SD 21,21)).

Der Body-Mass-Index (Körpergewicht in kg/(Körpergröße in m)²) betrug im Mittel 28,15 (SD 5,81) und es fanden sich keine Unterschiede hinsichtlich der beiden Gruppen. Per definitionem waren 8 Patienten zum Zeitpunkt der OP adipös (BMI>30 kg/m²).

3.1.4 Komorbiditäten

Von den relevanten Komorbiditäten kam der Diabetes mellitus am häufigsten vor (73,33%). Karzinome kamen bei 5 Patienten (16,67%) vor. Des Weiteren kamen zwei psychiatrische Grunderkrankungen, zwei Fälle einer Niereninsuffizienz und eine Hepatitis B vor.

Befragt nach einer vorbekannten Osteoporose, gaben 7 Patienten (23,3%) eine manifeste Osteoporose an. Während 8 Patienten (26,7%) wussten, dass keine manifeste Osteoporose vorlag (siehe Tabelle 12).

	Primäre Gruppe	Sekundäre Gruppe	Gesamt
Osteoporose	5 (26,3%)	3 (27,3%)	8 (26,7%)
Keine			
Manifeste Osteoporose	2(10,5%)	5 (45,5%)	7 (23,3%)
Unbekannt	12 (63,2%)	3 (27,3%)	15 (50,0%)

Tabelle 12: Vergleich der vorbekannten Osteoporose

Auch hinsichtlich der Komorbiditäten unterschieden sich die beiden Gruppen nicht relevant.

3.1.5 ASA Einschätzung

Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich der präoperativen Risikoeinschätzung ihres Gesundheitszustandes. In beiden Gruppen betrug der Median ASA 3. Die meisten Patienten (Primäre Gruppe 68,4%; sekundäre Gruppe 72,7%) hatten folglich eine schwere Systemerkrankung mit Leistungseinschränkung.

3.2 Angaben zu den Frakturen

3.2.1 Seitenverteilung der Frakturen

Der linke Humerus war bei 16 (53,3%) Patienten betroffen, der rechte bei 14 (46,7%). In 46,7% der Fälle war der dominante Arm betroffen und in 53,3% der nicht dominante.

3.2.2 Frakturklassifikation

Die Klassifikation der Frakturen erfolgte nach AO und Neer. Des Weiteren wurde die Anzahl der Fragmente erfasst.

Auffällig ist, dass in diesem Kollektiv C3 Frakturen immer primär mit einer Prothese versorgt wurden. Die Frakturverteilung nach der AO- Klassifikation zeigt Abbildung 15.

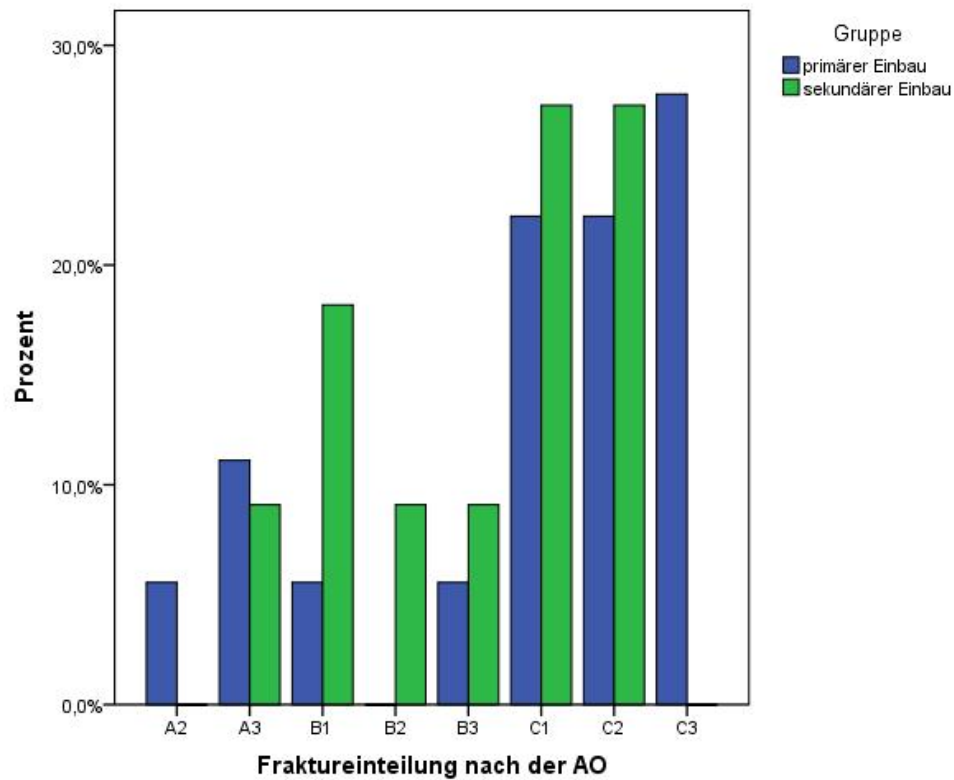


Abb. 15: Frakturverteilung nach der AO- Klassifikation

Nach der Neer Klassifikation lag der Median in beiden Gruppen bei Neer IV. Die Einzelverteilung gibt die folgende Grafik wieder (siehe Abbildung 16). Statistisch unterschieden sich die Gruppen, sowohl in der AO-, als auch in der Neer Klassifikation, nicht hinsichtlich der Verteilung der Frakturen ($p > 0,05$).

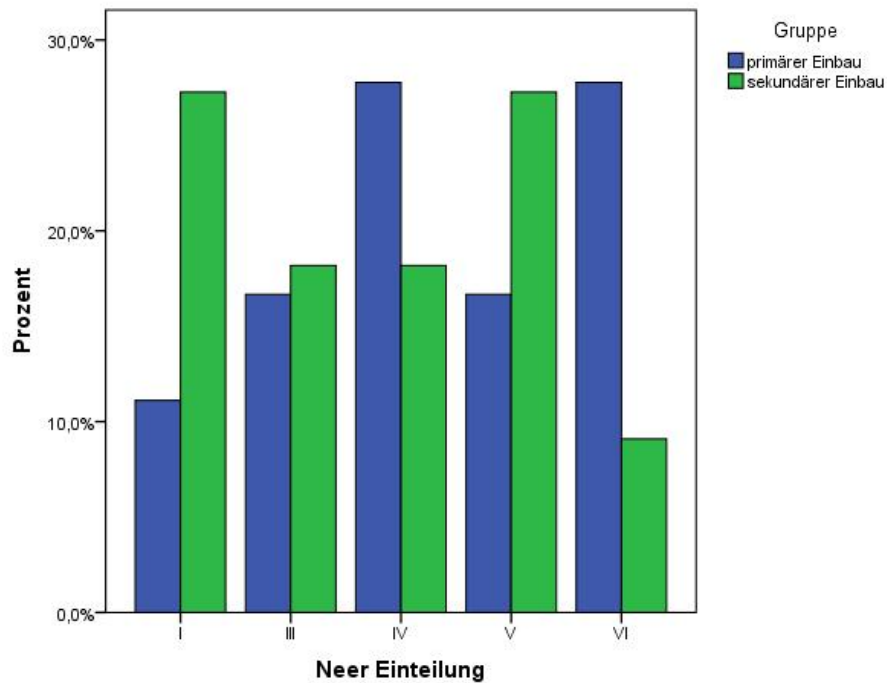


Abb. 16: Frakturverteilung nach der Neer- Klassifikation

Die Anzahl der Fragmente unterschied sich in den beiden Gruppen nicht signifikant (p-Wert= 0,640). Der Median in der primären Gruppe lag bei 4, in der sekundären Gruppe bei 3 (siehe Abbildung 17).

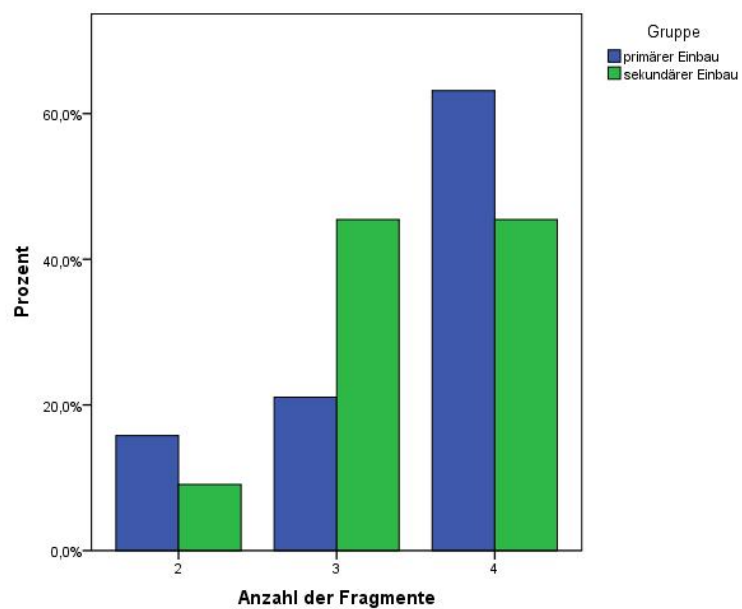


Abb. 17: Anzahl der Fragmente

3.2.3 Weichteilschaden

Das Kollektiv beinhaltete ausschließlich geschlossene Frakturen. In 46,43% der Fälle handelte es sich um eine G1 Fraktur. Die restlichen Fälle (53,57%) waren G2 Frakturen.

3.2.4 Zusatzfrakturen/Begleitverletzungen

9 Patienten (30%) hatten eine weitere Fraktur. Die Begleitverletzungen im Einzelnen: 1 transkondyläre Humerusfraktur, 1 vordere Beckenringfraktur plus 1 offene supra-/dicondyläre Humerusfraktur, 2 Schenkelhalsfrakturen, 1 subdurales Hämatom, 1 vordere Beckenringfraktur, 1 Polytrauma, 1 Subarachnoidalblutung, 1 Schädel-Hirntrauma 1°.

3.3 Osteosynthese Operation (sofern erfolgt)

3.3.1 Anzahl der Operateure

Die osteosynthetische Frakturversorgung erfolgte durch 6 verschiedene Operateure, wobei eine Fraktur zuerst außerhalb operiert wurde.

3.3.2 Dauer des stationären Aufenthaltes

Der stationäre Aufenthalt nach osteosynthetischer Versorgung betrug im Mittel 13,14 Tage (SD 4,26).

3.3.3 Entscheidende Komplikation die zur Re-Operation geführt hat

7 Patienten wurden nach primär osteosynthetischer Versorgung sekundär mit einer inversen Prothese versorgt. Bei einer Patientin kam es zur Dislokation des Kopffragmentes mit ausgerissenen Schrauben. Gleichzeitig stützte die fehlende Rotatorenmannschette die Indikation zur Implantation einer inversen Prothese. Ein Patient hatte nach osteosynthetischer Versorgung starke Schmerzen und eine deutliche Steife der Schulter, sowie eine posttraumatische Omarthrose. Bei einer Patientin kam es zur Dislokation eines Knochenfragmentes. Eine weitere Indikation war die Implantatauslockerung und Fragmentation des gesamten Humeruskopfes. Bei einer Patientin kam es zum Durchschneiden der Schrauben und einer zunehmenden Abkipfung des Humeruskopfes. Dies wurde zunächst

konservativ behandelt, da sich jedoch eine Beschwerdepersistenz zeigte wurde die Indikation zur Implantation einer inversen Prothese gestellt.

Im Mittel wurden die Patienten 42,29 Tage (SD 36,57) nach osteosynthetischer Versorgung mittels inverser Prothese versorgt.

3.4 Einbau der Inversen Prothese

3.4.1 Indikationen zum Einbau der Inversen Schulterprothese

In der Patientengruppe mit sekundärer Implantation dominierte die Indikationsstellung durch dislozierte Schrauben oder dislozierte Knochenfragmente bei persistierender Bewegungseinschränkung und Schmerzhaftigkeit der Schulter.

Vier Patienten der sekundären Gruppe haben die Prothese mit wenigen Wochen Latenz zu dem Sturzereignis erhalten. Diese hatten nach konservativem Therapieversuch weiterhin über starke persistierende Schmerzen sowie Bewegungseinschränkung geklagt.

In der Patientengruppe die primär eine Inverse Prothese erhalten hat, gab es zumeist mehrere Gründe für den Einbau. Häufig führte die Kombination aus Alter, komplexer Fraktur mit avital erscheinenden Tuberkula oder dem Kopffragment und ausgedünnter oder nicht mehr vorhandener Rotatorenmannschette zur Entscheidung für die Inverse Prothese. Bei Grenzindikationen fiel die Entscheidung zur Prothese intraoperativ bei nicht durchführbarer Rekonstruktion. Weitere vereinzelt vorkommende Faktoren, die die Entscheidung bestärkt haben, waren Omarthrose oder eine starke Osteoporose.

3.4.2 Präoperative Behandlung

Bei frischverletzten Patienten erfolgte bis zur Operation eine Ruhigstellung im Gilchrist-Verband in Kombination mit einer ausreichenden Analgesierung.

Einer Patientin wurde vor dem Einbau der inversen Prothese ein DDD- Schrittmacher bei Verdacht auf sinuatrialen Block eingebaut. 2 Patientinnen wurden mit einigen Tagen Latenz operiert, nachdem die Vitalfunktionen auf Intensivstation stabilisiert worden waren. Eine Patientin wurde initial in der Neurochirurgie versorgt aufgrund eines subduralem Hämatoms. Bei einer Patientin wurde der Arm präoperativ im Gilchrist-Verband ruhiggestellt und wegen einer Intertrigo axillaris mit Octenisept Verbänden behandelt.

3.4.3 Angaben zur Operation – Operateur, Dauer, intraoperative Komplikationen

Die Implantation der Inversen Prothese wurde von 4 verschiedenen Operateuren durchgeführt.

Die Schnitt-Naht Zeit betrug im Gesamtdurchschnitt 94,73 Minuten (SD 23,19). Die Lernkurve der Operateure bildet sich in der Schnitt-Naht-Zeit ab. Bei der ersten Hälfte der Patienten betrug die Schnitt-Naht-Zeit 10 Minuten länger als bei der zweiten Hälfte. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant. Die sekundäre Implantation dauerte –aufgrund der Entfernung des Osteosynthesematerials- etwa 13 Minuten länger: Mittelwert 104,29 Minuten (SD 25,88). Die Operationsdauer bei primär konservativ behandelten Patienten betrug im Mittel 95,50 Minuten (SD 15,76) (siehe Abbildung 18).

Intraoperativ gab es keine nennenswerten Komplikationen.

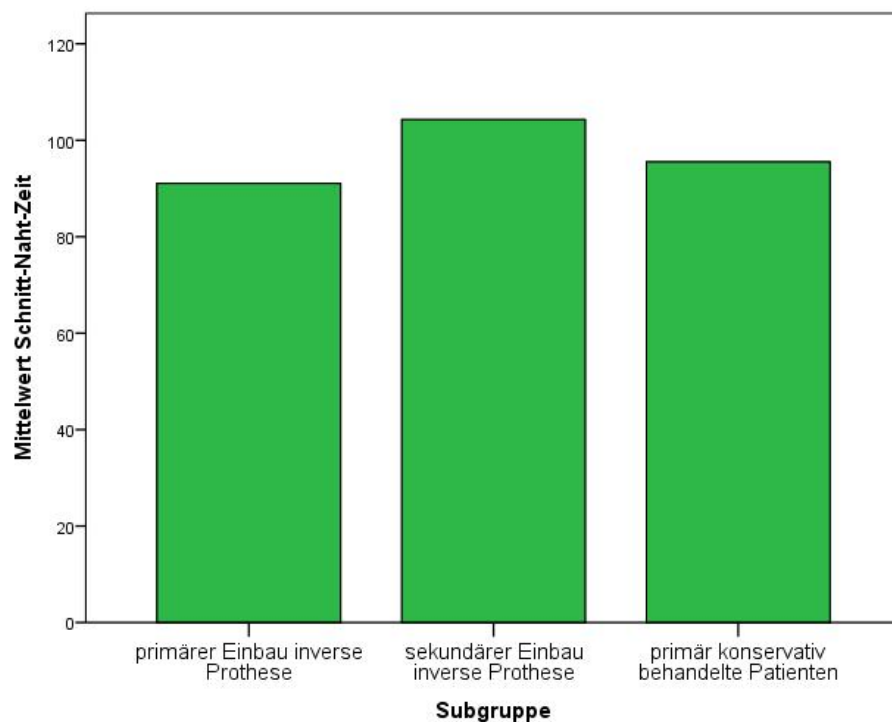


Abb. 18: Vergleich der Schnitt-Naht-Zeit

3.4.4 Verlauf des Hämoglobinwertes und erhaltene Blutkonserven

Insgesamt nahmen 15 Patienten (50%) gerinnungshemmende Medikamente ein. In der primären Gruppe waren es etwas mehr Patienten (siehe Tabelle 13).

	Primäre Gruppe	Sekundäre Gruppe	Gesamt
Gerinnungshemmer	8 (42,1%)	7 (63,6%)	15(50,0%)
Nein			
Ja	11 (57,9%)	4 (36,4%)	15 (50%)

Tabelle 13: Vergleich der präoperativen Einnahme von Gerinnungshemmern

Von den Patienten, die gerinnungshemmende Medikamente einnehmen, haben 53,3% intraoperativ oder im postoperativen Verlauf Blutkonserven erhalten. Nahmen die Patienten keine gerinnungshemmenden Medikamente ein, so haben nur 20% Patienten Blutkonserven erhalten. Insgesamt benötigten 11 Patienten (36,7%) Blutkonserven (siehe Tabelle 14).

	Keine Gerinnungshemmer	Einnahme Gerinnungshemmer	Gesamt
Blutkonserven	12 (80%)	7 (46,7%)	19 (63,3%)
Keine			
Erhalten	3 (20%)	8 (53,3%)	11 (36,7%)

Tabelle 14: Vergleich der erhaltenen Blutkonserven in Abhängigkeit von der Einnahme Gerinnungshemmern

Haben die Patienten Blutkonserven erhalten, so betrug die Anzahl im Durchschnitt 2,09 Blutkonserven.

Die Abnahme des Hämoglobinwertes (Hb-Wert), zwischen dem Hb-Wert im Aufnahmelabor und dem Hb-Wert am ersten postoperativen Tag, in Abhängigkeit davon ob die Patienten Blutkonserven erhalten haben zeigt folgenden Zusammenhang (siehe Tabelle 15):

	Mittelwert Hb-Abnahme (g/dl)	Anzahl	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
Blutkonserven	22,84	19	17,19	64	10
Keine					
Erhalten	15,72	11	18,54	50	15
Insgesamt	20,23	30	17,72	64	15

Tabelle 15: Vergleich der mittleren Hämoglobin-Wert Abnahme in Abhängigkeit von erhaltenen Blutkonserven

Wenn die Patienten keine Blutkonserven erhalten so ist mit einem Hb-Abfall von 22,84 mg/dl zu rechnen.

3.4.5 Dauer des stationären Aufenthaltes

Der stationäre Aufenthalt dauerte im Mittel 15,33 Tage (SD 6,22). Hierbei zeigt sich ein geringer, statistisch nicht signifikanter ($p=0,32$) Unterschied zwischen beiden Gruppen: Primärer Einbau: 15,74 Tage (SD 5,39); Sekundärer Einbau 14,63 Tage (SD 7,68)

3.4.6 Komplikationen im postoperativen Verlauf

In drei Fällen (10%) kam es zur Ausbildung eines Hämatoms, welches ausgeräumt werden musste. Bei einem dieser Fälle, kam es zur zweimaligen Prothesenluxation, die reponiert und schließlich durch ein größeres Inlay versorgt wurde.

Eine Patientin musste aufgrund respiratorischer Verschlechterung postoperativ reintubiert und auf die Intensivstation verlegt werden.

Es gab einen Fall mit Entwicklung eines Pneumothorax und eine Patientin musste wegen Asthma cardiale auf die Intensivstation verlegt werden.

5 Monate nach sekundär endoprothetischer Versorgung zog sich eine Patientin durch erneuten Stolpersturz eine periprothetische Humerusschaftfraktur zu, die mittels einer offenen Reposition und Osteosynthese mit Cerclage versorgt wurde.

Die folgenden Angaben beziehen sich jeweils auf den Zustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Dieser lag in diesem Kollektiv bei durchschnittlich 1,46 Jahren. Es wurde ein Mindestabstand von 6 Monaten zum OP-Datum festgelegt.

3.5 Visuelle Analogskala

3.5.1 Schmerzen

52,6% der Patienten die primär eine inverse Prothese erhalten haben geben keine Schmerzen (0 Punkte auf der Visuellen Analogskala) an. In der sekundären Gruppe sind dies deutlich weniger (36,4%). Der Mittelwert der Schmerzen auf der operierten Seite beträgt bei primärem Einbau 1,84 und bei sekundärem Einbau 2,45 auf der Visuellen Analogskala (siehe Tabelle 16 und Abbildung 19).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	1,84	2,43	0	0	8
Sekundärer Einbau	2,45	2,58	3	0	8
Insgesamt	2,06	2,46	1,5	0	8

Tabelle 16: Vergleich der Schmerzangabe auf der Visuellen Analogskala

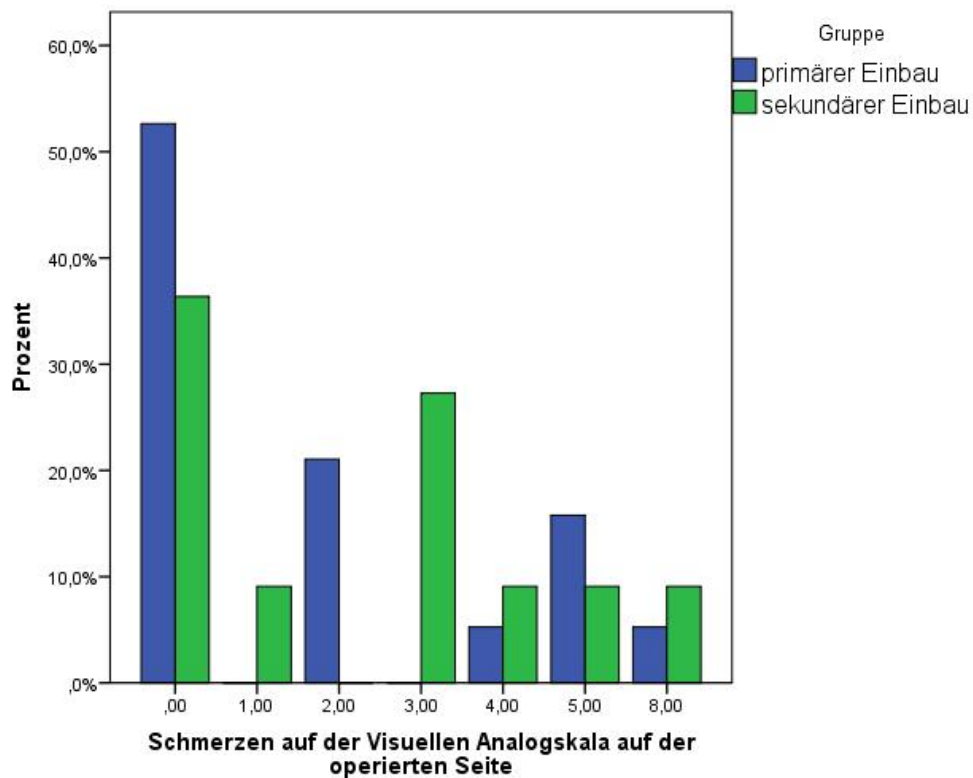


Abb. 19: Schmerzen auf der VAS auf der betroffenen Seite

Auf der gesunden Seite beträgt der Mittelwert der VAS 0,26 bei primärem Einbau und 1,09 bei sekundärem Einbau. Hierbei ist zu erwähnen, dass eine Patientin, auf der gesunden Seite ebenfalls eine Humerusfraktur hatte, die mittels einer NCB-Platte versorgt wurde und die Patientin auf dieser Seite mehr Schmerzen (VAS 8) angegeben hat. Dies führt bei dem kleinen Kollektiv zu einer großen Beeinflussung des Mittelwertes. Der Median auf der gesunden Seite beträgt in beiden Gruppen 0.

Entscheidend ist aber vor allem die Differenz der Werte zwischen dem gesunden und dem operierten Arm. Hierbei ergab sich kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Differenz der Schmerzen zwischen gesundem und operiertem Arm beträgt durchschnittlich 1,5 Punkte auf der VAS.

Die Differenz der Schmerzangaben zwischen gesundem und operiertem Arm auf der VAS zeigt die folgende Tabelle (siehe Tabelle 17).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	1,58	2,34	0	0	8
Sekundärer Einbau	1,36	3,26	0	-5	8
Insgesamt	1,50	2,66	0	-5	8

Tabelle 17: Vergleich der Differenz der Schmerzangabe auf der VAS zwischen gesundem und operiertem Arm

3.5.2 Beweglichkeit

Bei der Selbsteinschätzung der Beweglichkeit des operierten Arms gaben die Patienten der primären Gruppe im Mittel 5,28 auf der VAS (SD 2,63) und 4,09 (SD 2,38) in der sekundären Gruppe an. Die primäre Gruppe erreicht folglich ein leicht besseres Ergebnis (siehe Tabelle 18 und Abbildung 20).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	5,28	2,63	5,5	0	10
Sekundärer Einbau	4,09	2,39	4,0	0	8
Insgesamt	4,83	2,56	5,0	0	10

Tabelle 18: Vergleich der Selbsteinschätzung der Beweglichkeit auf der VAS

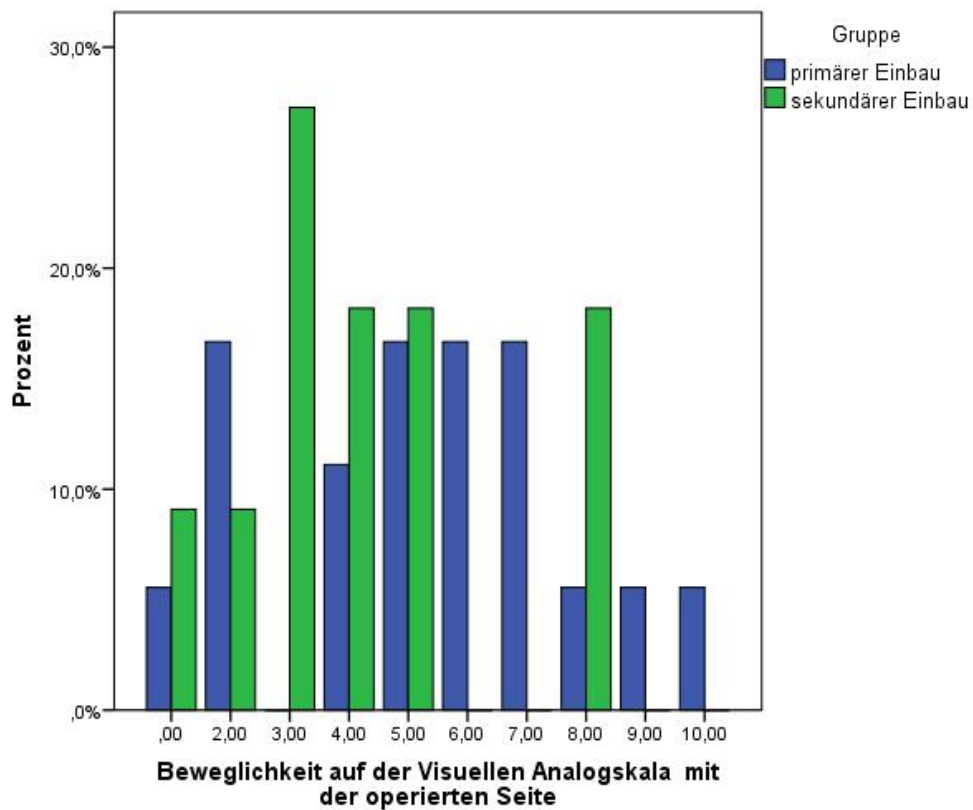


Abb. 20: Selbsteinschätzung der Beweglichkeit auf der VAS auf der operierten Seite

Die Einschätzung der Beweglichkeit an dem gesunden Arm beträgt 9,5 auf der VAS in der primären Gruppe und 8,9 auf der VAS in der sekundären Gruppe. Hierbei fällt wieder die eine, oben erwähnte, Patientin auf, deren Beweglichkeit auf dem gesunden Arm schlechter als auf der operierten Seite ist. Der Median beträgt in beiden Gruppen 10.

Aufgrund dessen bildet sich das leicht bessere Ergebnis der primären Gruppe in der Differenz zwischen der gesunden und der kranken Seite nicht in gleichem Maße ab.

Prinzipiell ist es jedoch besser, jeweils die Differenz zwischen den beiden Armen zu betrachten, da dadurch Störfaktoren wie Alter, Geschlecht, Gesamtmorbidität kontrolliert werden.

Die Differenz der Selbsteinschätzung der Beweglichkeit zwischen gesundem und operiertem Arm auf der VAS zeigt die folgende Tabelle (siehe Tabelle 19).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	4,22	2,77	4,5	0	10
Sekundärer Einbau	4,82	3,43	6,0	-3	10
Insgesamt	4,45	3,00	5,0	-3	10

Tabelle 19: Vergleich der Differenz der Selbsteinschätzung der Beweglichkeit auf der VAS zwischen gesundem und operiertem Arm

Statistisch sind weder in Bezug auf Schmerzen noch in Bezug auf die Beweglichkeit signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zu sehen.

3.6. ASES (American shoulder and elbow association) - Score

Der Mittelwert des ASES Score in der primären Gruppe ist geringfügig höher als in der sekundären Gruppe (Keine statistische Signifikanz: $p = 0,550$). Die Patienten in der primären Gruppe haben somit ein subjektiv geringfügig besseres Outcome.

Die Ergebnisse im Einzelnen zeigt folgende Tabelle und Abbildung:

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	60,82	18,25	13,33	88,33
Sekundärer Einbau	57,42	22,83	10	95,0
Insgesamt	59,58	19,73	10	95,0

Tabelle 20: Vergleich der Ergebnisse des ASES- Score

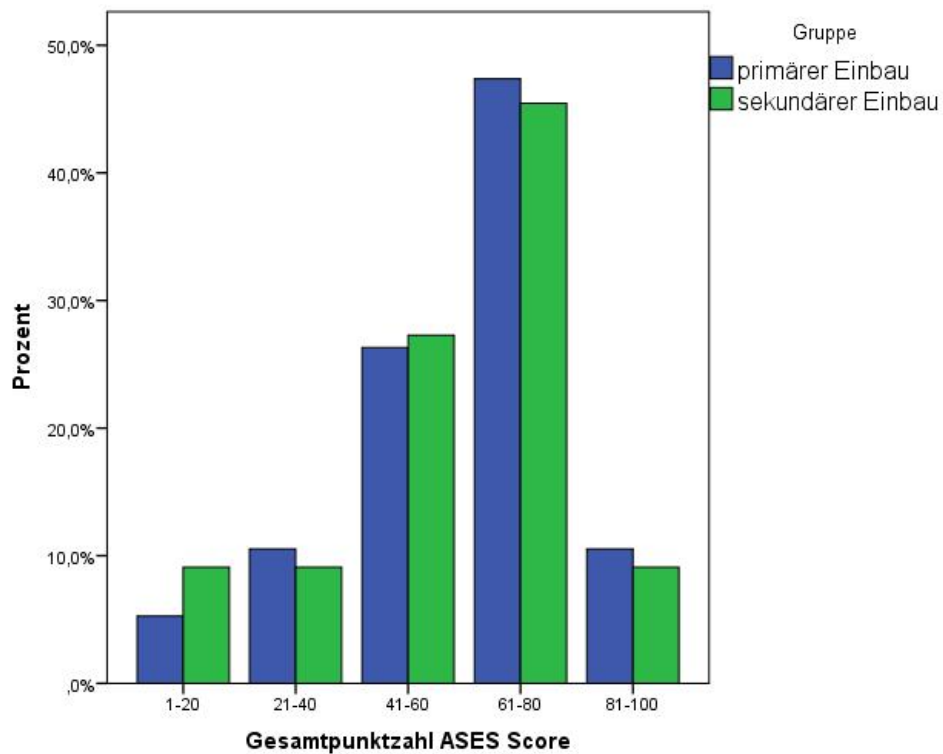


Abb. 21: Gesamtpunktzahl des ASESS Score

Betrachtet man die Summe der Aktivitäten vor dem Unfall, so betrug diese bei primärem Einbau 25,23 Punkte (SD 6,56), bei sekundärem Einbau 27,60 Punkte (SD 1,90). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Summen der Aktivitäten mit 13,63 Punkte (SD 7,07) bei primärem Einbau und 11,27 Punkte (SD 7,46) bei sekundärem Einbau deutlich geringer. Somit betrug die Differenz der Aktivitäten vor dem Unfall und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei primärem Einbau 11,68 Punkte (SD 8,94) und bei sekundärem Einbau 16,20 Punkte (SD 7,70). Statistisch ist dieser Unterschied jedoch nicht signifikant ($p=0,22$).

3.7 Constant Score

3.7.1 Schmerzen

Auffällig ist, dass bei primärem Einbau 57,9% der Patienten (11) völlige Schmerzfreiheit erreichen. In der sekundären Gruppe sind dies nur 36,4% (4). Auf der gesunden Seite gab ein Patient leichte und ein Patient mäßige Schmerzen an. Beide befanden sich in der sekundären Gruppe. Alle anderen Patienten gaben an, am gesunden Arm keine Schmerzen zu haben (siehe Abbildung 22).

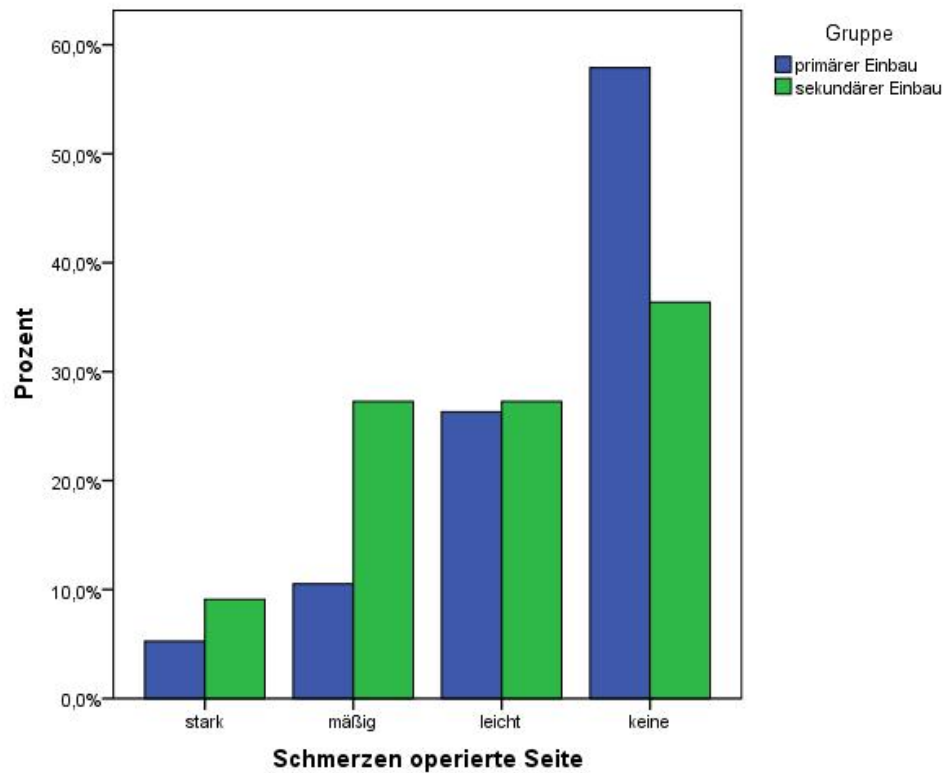


Abb. 22: Schmerzangabe im Constant Score auf der operierten Seite

3.7.2 Alltagsaktivitäten

In beiden Gruppen ist der Beruf (Hausarbeit eingeschlossen) in der Mehrheit der Fälle auf der operierten Seite zur Hälfte, bzw. zum Teil ausführbar, während die Mehrheit auf der gesunden Seite angibt, dass die Berufsausübung voll möglich ist (siehe Abbildung 23).

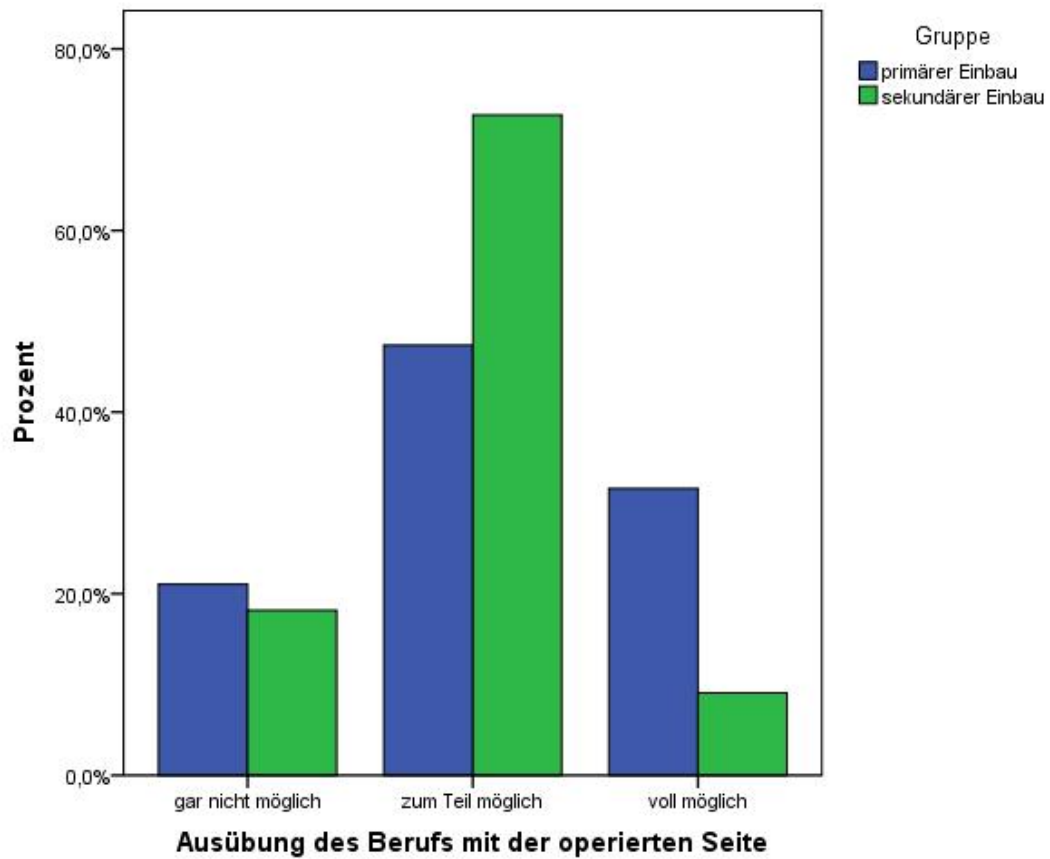


Abb.23: Angabe bezüglich des Berufs im Constant Score

In Bezug auf Freizeit zeigt sich ein gemischtes Bild. Auf der gesunden Seite sind Freizeitaktivitäten bei den meisten Patienten noch voll möglich. Mit der operierten Seite sind Freizeitaktivitäten oft voll oder zum Teil möglich (siehe Abbildung 24).

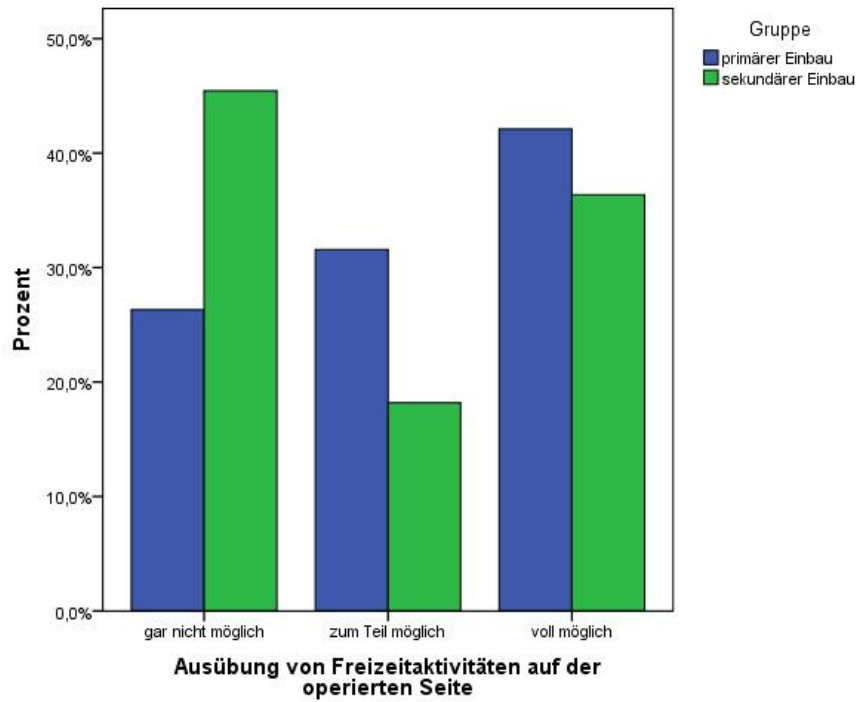


Abb. 24: Angabe bezüglich Freizeitaktivitäten im Constant Score

In Bezug auf den Schlaf sind die Ergebnisse in beiden Gruppen vergleichbar. Mit jeweils über 70% ist der Schlaf überwiegend ungestört (siehe Abbildung 25).

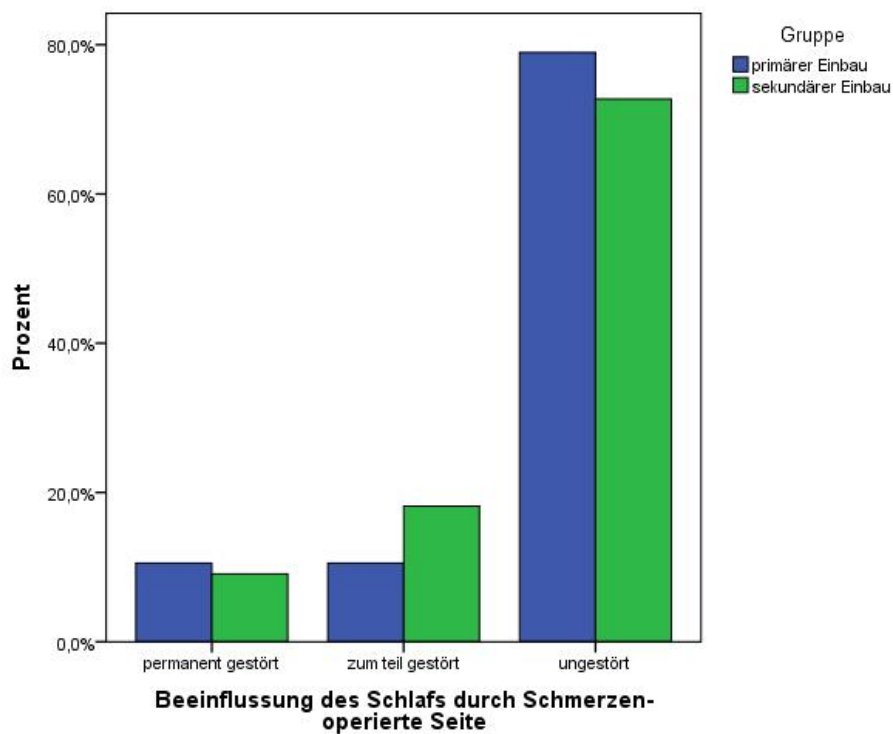


Abb. 25: Angaben bezüglich des Schlafes im Constant Score

Der jeweils größte Anteil der Patienten beider Gruppen hat eine Arbeitshöhe/Reichweite auf der operierten Seite bis zum Hals. Auffallend ist auch, dass in der primären Gruppe 26,3 % (5 Patienten) eine Reichweite über den Kopf hinaus haben (siehe Abbildung 26).

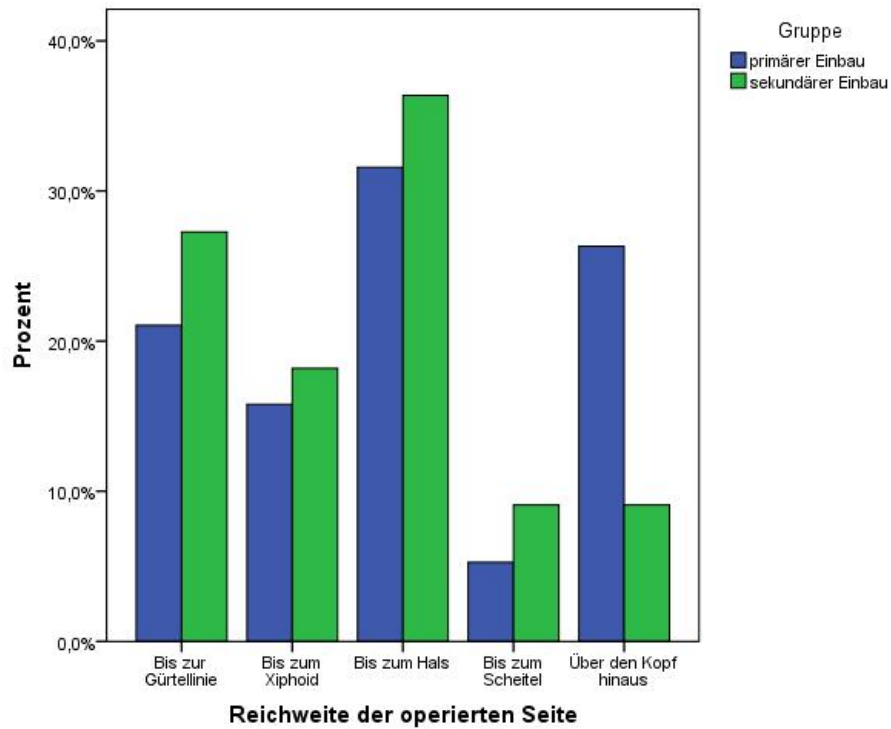


Abb. 26: Angabe der Reichweite im Constant Score

Tabelle 21 zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse der einzelnen Parameter des subjektiven Anteils des Constant Scores, verglichen jeweils die gesunde und die operierte Seite bei primärem und sekundärem Einbau.

	Primärer Einbau		Sekundärer Einbau	
	Operierte Seite	Gesunde Seite	Operierte Seite	Gesunde Seite
a)Alltagsaktivitäten				
Beruf				
Voll arbeitsfähig (4)	6 (31,6%)	13 (68,4%)	1 (9,1%)	7 (63,6%)
Zur Hälfte (2)	9 (47,4%)	5 (26,3%)	8 (72,7%)	3 (27,3%)
Nicht gegeben (0)	4 (21,1%)	1 (5,3%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
Freizeit				
Voll möglich (4)	8 (42,1%)	13 (68,4%)	4 (36,4%)	7 (63,6%)
Zur Hälfte (2)	6 (31,6%)	4 (21,1%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
Nicht gegeben (0)	5 (26,3%)	2 (10,5%)	5 (45,5%)	3 (27,3%)
Schlaf				
Ungestört (2)	15 (78,9%)	18 (94,7%)	8 (72,7%)	9 (81,8%)
z.T. gestört (1)	2 (10,5%)	0 (0%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
Stark gestört (0)	2 (10,5%)	1 (5,3%)	1 (9,1%)	1 (9,1%)
b)Reichweite				
Bis zur Gürtellinie (2)	4 (21,2%)	0 (0%)	3 (27,3%)	0 (0%)
Bis zum Xiphoid (4)	3 (15,8%)	0 (0%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
Bis zum Hals (6)	6 (31,6%)	4 (21,1%)	4 (36,6%)	1 (9,1%)
Bis zum Scheitel (8)	1 (5,3%)	0 (0%)	1 (9,1%)	1 (9,1%)
Über den Kopf (10)	5 (26,3%)	15 (78,9%)	1 (9,1%)	8 (72,7%)

Tabelle 21: Zusammenfassung der Einzelergebnisse des subjektiven Anteils des Constant Scores

3.7.3 Subjektiver Anteil

Betrachtet man die Summe der Constant Score Punkte des subjektiven Anteils, so zeigt sich folgende Verteilung (siehe Tabelle 22).

	Subjektiver Teil operierter Arm -Mittelwert-	Standard- abweichung Mittelwert	Differenz zwischen gesunden und operiertem Arm	Standard- abweichung der Differenz
Primärer Einbau	24,05	7,96	8,42	9,09
Sekundärer Einbau	19,91	8,70	10,18	10,69
Insgesamt	22,53	8,34	9,07	9,56

Tabelle 22: Vergleich der Summe der Constant Score Punkte des subjektiven Anteils

Es findet sich ein kleiner Unterschied zwischen der primären und der sekundären Gruppe. Zum einen hat die primär operierte Gruppe mit 24,05 Punkten im subjektiven Teil einen höheren Wert als die sekundäre Gruppe mit 19,91 Punkten. Der Median bei primärem Einbau liegt bei 26 Punkten, bei sekundärem Einbau bei 22 Punkten. Zum anderen ist auch die Differenz zwischen dem gesunden Arm und dem operierten Arm bei der primären Gruppe leicht geringer als in der sekundären Gruppe.

3.7.4 Bewegungsausmaß

Die einzelnen Ergebnisse des Bewegungsausmaßes gibt folgende Tabelle wieder:

Subscore Bewegungsumfang (Punkte)	Primärer Einbau Operierte Seite	Gesunde Seite	Sekundärer Einbau Operierte Seite	Gesunde Seite
a)Abduktion				
0-30° (0)	5 (26,3%)	0 (0%)	2 (18,2%)	0 (0%)
31-60° (2)	1 (5,3%)	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)
61-90° (4)	4 (21,1%)	0 (0%)	6 (54,5%)	3 (27,3%)
91-120° (6)	5 (26,3%)	4 (21,1%)	2 (18,2%)	0 (0%)
121-150° (8)	4 (21,1%)	8 (42,1%)	0 (0%)	3 (27,3%)
151-180° (10)	0 (0%)	7 (36,8%)	0 (0%)	5 (45,5%)
b)Elevation				
0-30° (0)	4 (21,1%)	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)
31-60° (2)	3 (15,8%)	0 (0%)	3 (27,3%)	0 (0%)
61-90° (4)	4 (21,1%)	2 (10,5%)	4 (36,4%)	1 (9,1%)
91-120° (6)	4 (21,1%)	3 (15,8%)	3 (27,3%)	2 (18,2%)
121-150° (8)	4 (21,1%)	9 (47,4%)	0 (0%)	2 (18,2%)
151-180° (10)	0 (0%)	5 (26,3%)	0 (0%)	6 (54,5%)
c)Außenrotation				
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorne (2)	3 (15,8%)	15 (78,9%)	2 (18,2%)	11 (100%)
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach hinten (2)	5 (26,3%)	18 (94,7%)	3 (27,3%)	11 (100%)
Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach vorne (2)	4 (21,1%)	14 (73,7%)	2 (18,2%)	9 (81,8%)
Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach hinten (2)	5 (26,3%)	18 (94,7%)	3 (27,3%)	11 (100%)
Volle Elevation über den Kopf (2)	6 (31,6%)	18 (94,7%)	4 (36,4%)	9 (81,8%)
d)Innenrotation				
Handrücken zum Lateralen Oberschenkel (0)	5 (26,3%)	0 (0%)	3 (27,3%)	1 (9,1%)
Handrücken zum Gesäß (2)	10 (52,6%)	0 (0%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
Handrücken zum lumbo- sakralen Übergang (4)	1 (5,3%)	3 (15,8%)	4 (36,4%)	1 (9,1%)
Handrücken zur Taille (6)	2 (10,5%)	5 (26,3%)	0 (0%)	1 (9,1%)
Handrücken zu BWK 12 (8)	1 (5,3%)	9 (47,4%)	2 (18,2%)	5 (45,5%)
Handrücken zwischen die Schulterblätter (10)	0 (0%)	2 (10,5%)	2 (18,2%)	2 (18,2%)

Tabelle 23: Zusammenfassung der Ergebnisse des Bewegungsausmaßes im Constant Score

In der Gruppe der primär operierten Patienten sind die Constant Score Punkte für die Abduktion relativ gleichmäßig zwischen 0 und 8 Punkten verteilt. Bei den sekundär eingebauten Prothesen zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der Patienten 4 Punkte, d.h. eine Abduktion von 61-90° erreicht (siehe Abbildung 27).

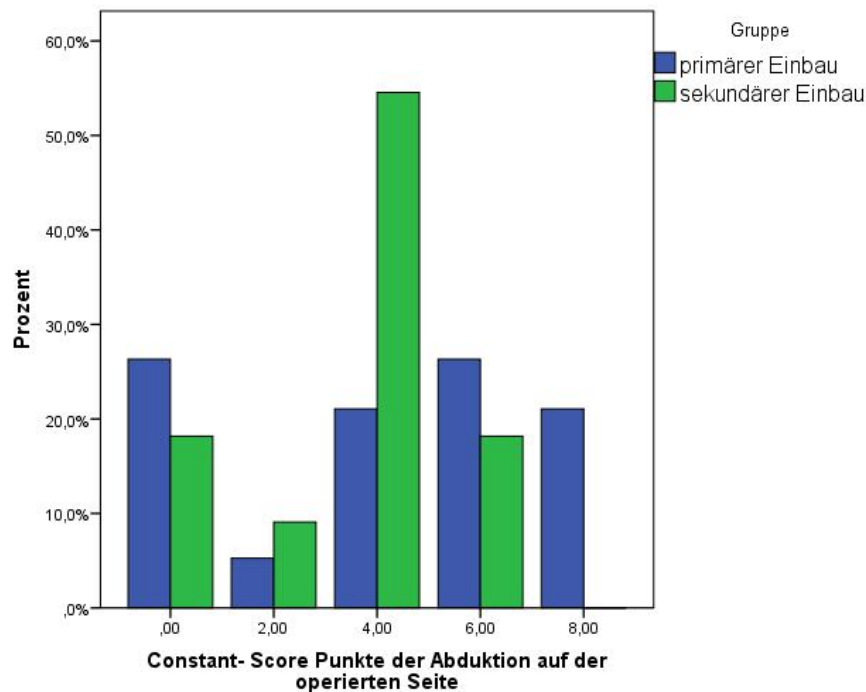


Abb. 27: Constant Score Punkte der Abduktion auf der operierten Seite

In der Elevation sind die Ergebnisse der primären Gruppe mit etwa 20% jeweils gleichmäßig zwischen 0 und 8 Punkten verteilt. 8 Punkte in der Elevation erreichen 4 Patienten der primären Gruppe, während keiner der sekundären Gruppe 8 Punkte erreicht. Die meisten Patienten der sekundären Gruppe erreichen zwischen 2 und 6 Punkten. 4 Patienten der primären Gruppe und 1 Patient der sekundären Gruppe haben lediglich eine Elevationshöhe zwischen 0 und 30° (0 Punkte) (siehe Abbildung 28).

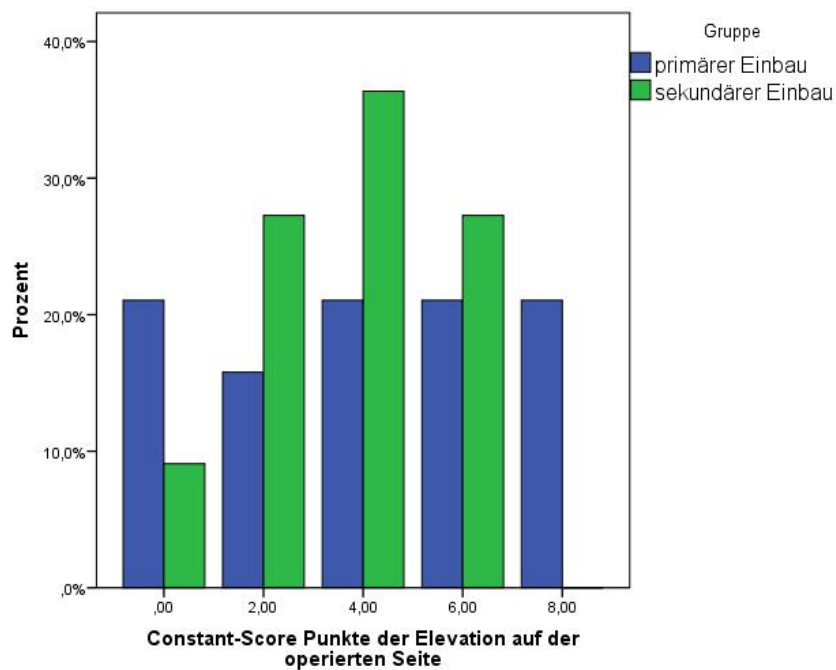


Abb. 28: Constant Score Punkte der Elevation auf der operierten Seite

Ca. 70% der Patienten in beiden Gruppen (68,4% der primären Gruppe; 72,7% der sekundären Gruppe) erreichen bei Prüfung der Außenrotation insgesamt 0 Punkte. Einige wenige (15,8% der primären Gruppe; 18,2% der sekundären Gruppe) erreichen 10 Punkte und können somit alle Aufgaben der Außenrotationsprüfung erfüllen (siehe Abbildung 29).

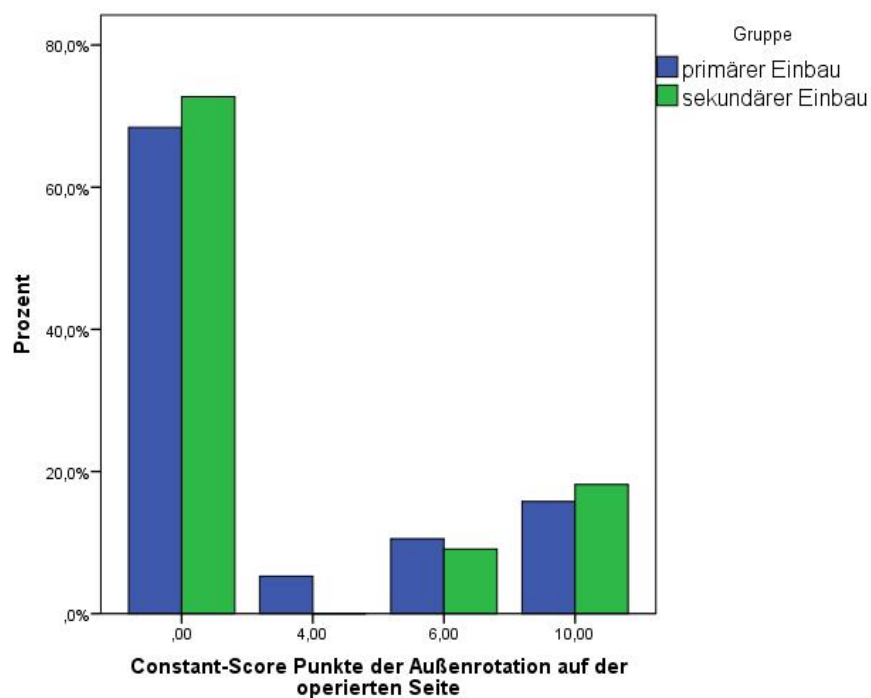


Abb. 29: Constant Score Punkte der Außenrotation auf der operierten Seite

Der Median der Innenrotation auf der gesunden Seite liegt bei beiden Gruppen bei 8 Punkten (Handrücken zu BWK 12). Auf der operierten Seite liegt der Median der Innenrotation bei primärem Einbau bei 2 Punkten (Handrücken bis zum Gesäß), während er bei sekundärem Einbau bei 4 Punkten (Handrücken auf den lumbo-sakralen Übergang) liegt (siehe Abbildung 30).

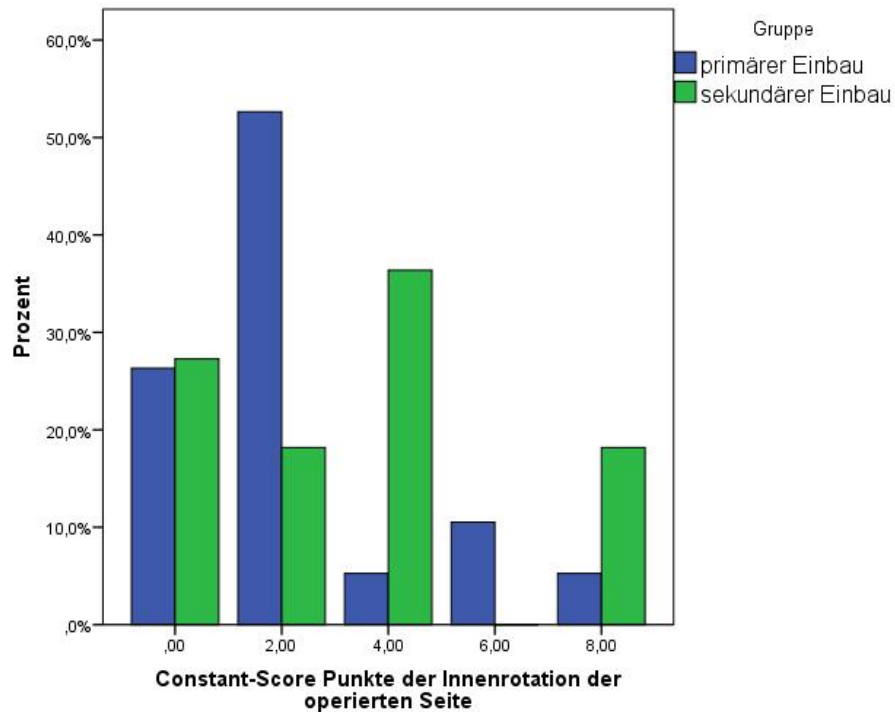


Abb. 30: Constant Score Punkte der Innenrotation auf der operierten Seite

3.7.5 Kraft

Der Median der Constant Score Punkte der Kraft auf der operierten Seite lag in beiden Gruppen bei 1. Auch der Median der Differenz der Kraft zwischen gesundem und operiertem Arm war in beiden Gruppen gleich und lag bei 2 Punkten. Die erreichten Punkte der Kraftmessung zeigt Abbildung 31.

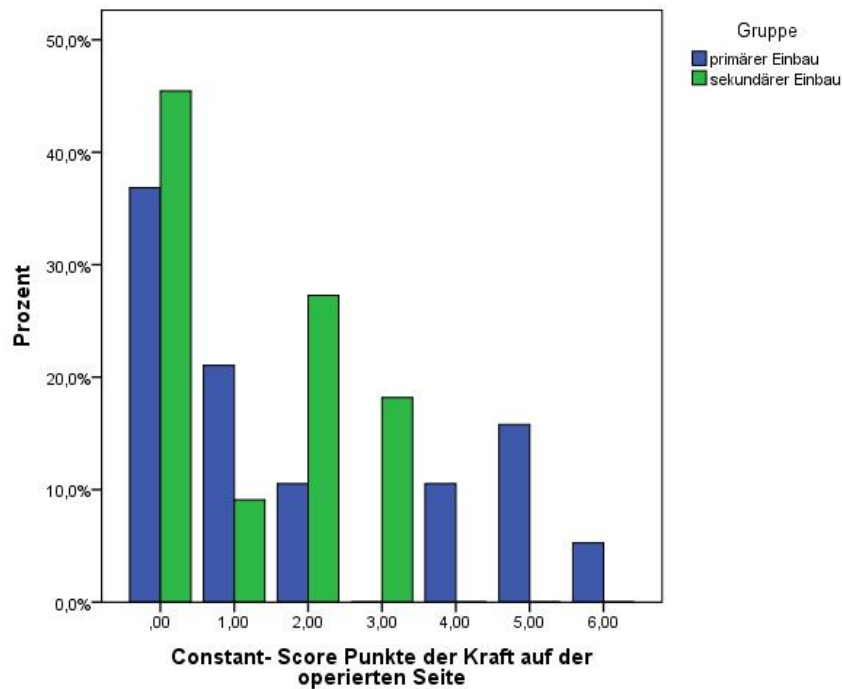


Abb. 31: Constant Score Punkte der Kraft auf der operierten Seite

Abbildung 32 zeigt die Verteilung der Differenz der Kraft in Kilogramm zwischen dem gesunden und dem operierten Arm.

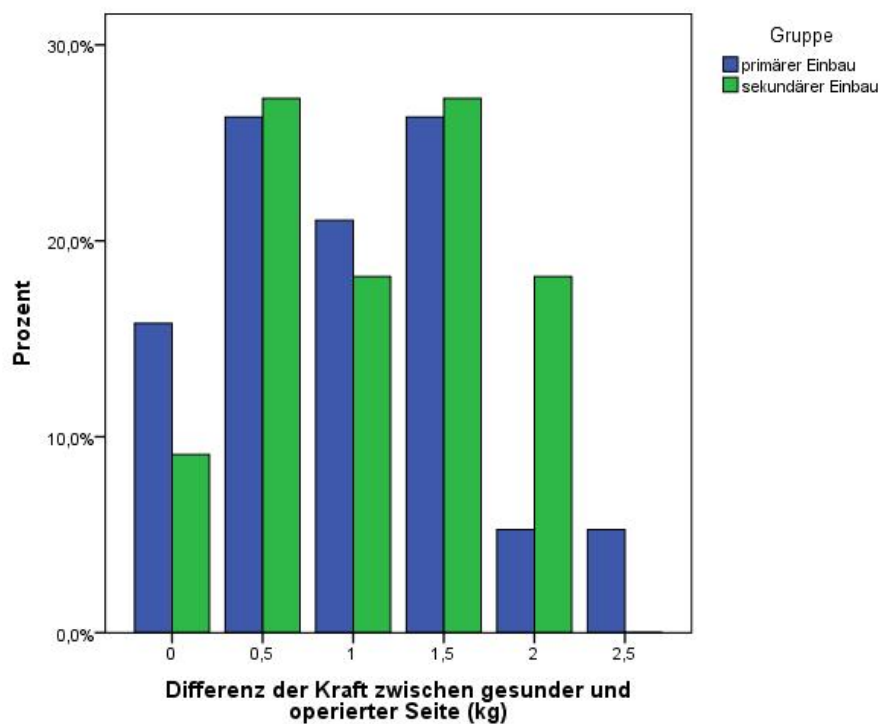


Abb. 32: Differenz der Kraft zwischen gesunder und operierter Seite

3.7.6 Objektiver Anteil

Betrachtet man isoliert den objektiven Anteil des Constant Scores, so zeigt sich folgende Verteilung:

	Objektiver Teil operierter Arm -Mittelwert-	Standard- abweichung Mittelwert	Differenz zwischen gesunden und operiertem Arm	Standard- abweichung der Differenz
Primärer Einbau	15,42	11,24	20,10	8,57
Sekundärer Einbau	14,00	10,21	21,54	13,24
Insgesamt	14,90	10,72	20,63	10,32

Tabelle 24: Vergleich der Summe der Constant Score Punkte des objektiven Anteils

Betrachtet man die Tabelle, so scheint es keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich des objektiven Teils des Constant Scores zu geben. Der Median der primären Gruppe beträgt jedoch 15 Punkte, während der Median der sekundären Gruppe nur 10 Punkte beträgt. Somit ist der geringe Unterschied der Mittelwerte auf Ausreißer zurückzuführen.

3.7.7 Gesamtergebnis

Auf der operierten Seite erreichten die Patienten mit primärem Einbau einer inversen Prothese einen durchschnittlichen Constant Score Wert von 41,11 (SD 18,35), während sie beim sekundären Einbau mit 33,91 einen deutlich geringeren Wert erreichten. Schaut man sich die Verteilung der Werte in einem Boxplot an, so fällt auf, dass es in beiden Gruppen deutliche Ausreißer gibt. Somit erscheint es sinnvoll, hier auch den Median zu betrachten. Der Median liegt bei 43 bei primärem Einbau und bei 31 bei sekundärem Einbau (siehe Abbildung 33 und Tabelle 25).

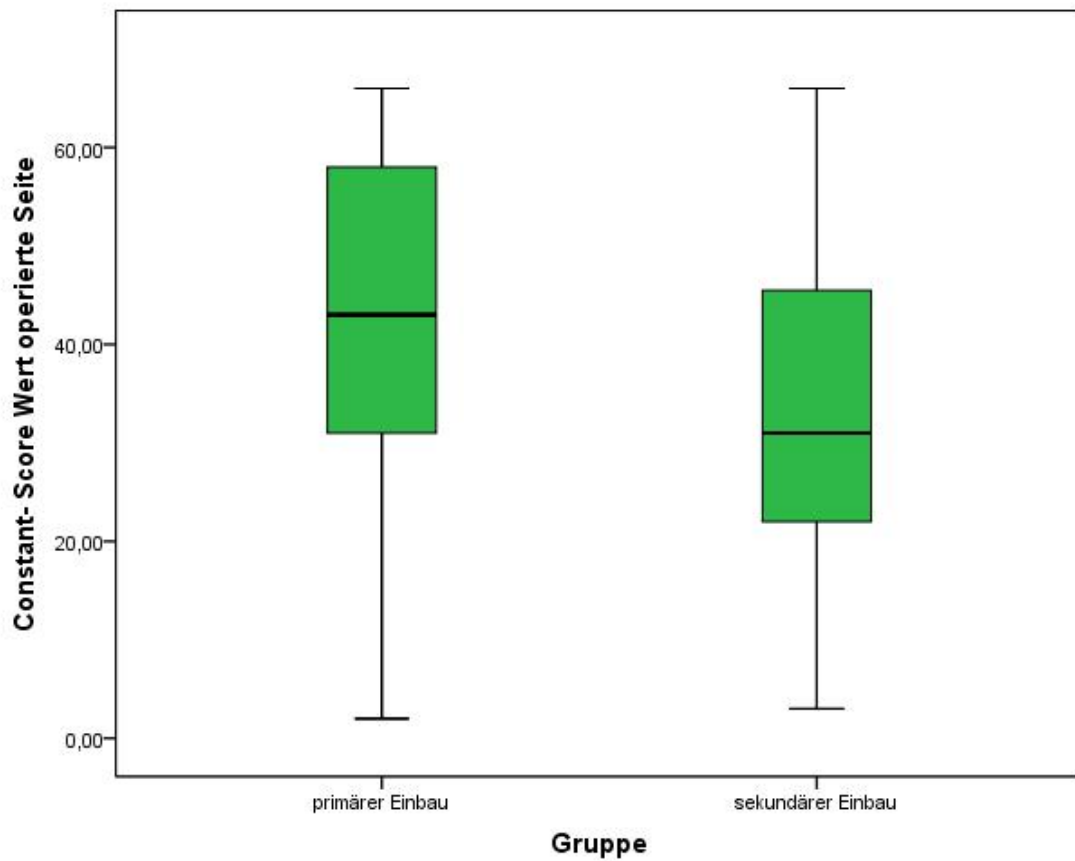


Abb. 33: Boxplot absolute Ergebnisse Constant Score primärer und sekundärer Einbau

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	41,11	18,35	43	2	66
Sekundärer Einbau	33,91	17,87	31	3	66
Insgesamt	38,47	18,21	39,5	2	66

Tabelle 25: Vergleich der Gesamtpunktzahl im Constant Score

Abbildung 34 zeigt die Verteilung der Constant Score Werte.

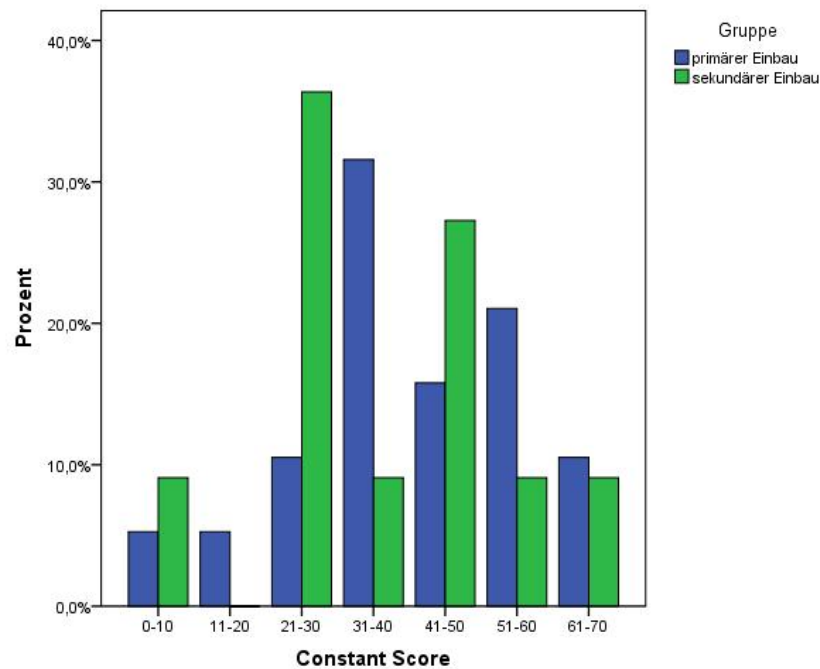


Abb. 34: Verteilung der Constant Score Werte

Der Mittelwert des Constant Scores auf der gesunden Seite betrug in der primären Gruppe 66,37 (SD 12,42), in der sekundären Gruppe 65,64 (SD 15,67).

Wieder ist jedoch nicht der absolute Constant Score Wert der operierten Seite interessant, sondern die Differenz der gesunden und der operierten Seite, da so die individuellen Störfaktoren kontrolliert werden. Auch hierbei zeigt sich, wie schon bei den absoluten Werten des operierten Arms, bei sekundärem Einbau eine leicht größere Differenz. Hier erreicht der operierte Arm durchschnittlich 31,72 Punkte weniger im Constant Score. In der primären Gruppe sind es 28,53 Punkte weniger (siehe Tabelle 26).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	28,53	16,55	27	10	74
Sekundärer Einbau	31,72	22,89	30	-12	68
Insgesamt	27,63	21,81	27	-12	74

Tabelle 26: Vergleich der Differenz der Constant Score Werte zwischen gesundem und operiertem Arm

Betrachtet man die Ergebnisse im Vergleich zu den von Constant definierten Normalwerten (alters- und geschlechtsadaptiert, sowie die Seite berücksichtigend), so erreichen die Patienten der primären Gruppe im Mittel 59,24% (SD 24,65) des jeweiligen Normalwertes und die Patienten mit sekundärem Einbau 46,88% (SD 21,41).

Die folgende Abbildung zeigt eine Auflistung der Constant Score Werte der betroffenen Seite der einzelnen Patienten, mit jeweils dem alters- und geschlechtsadaptierten Normalwert.

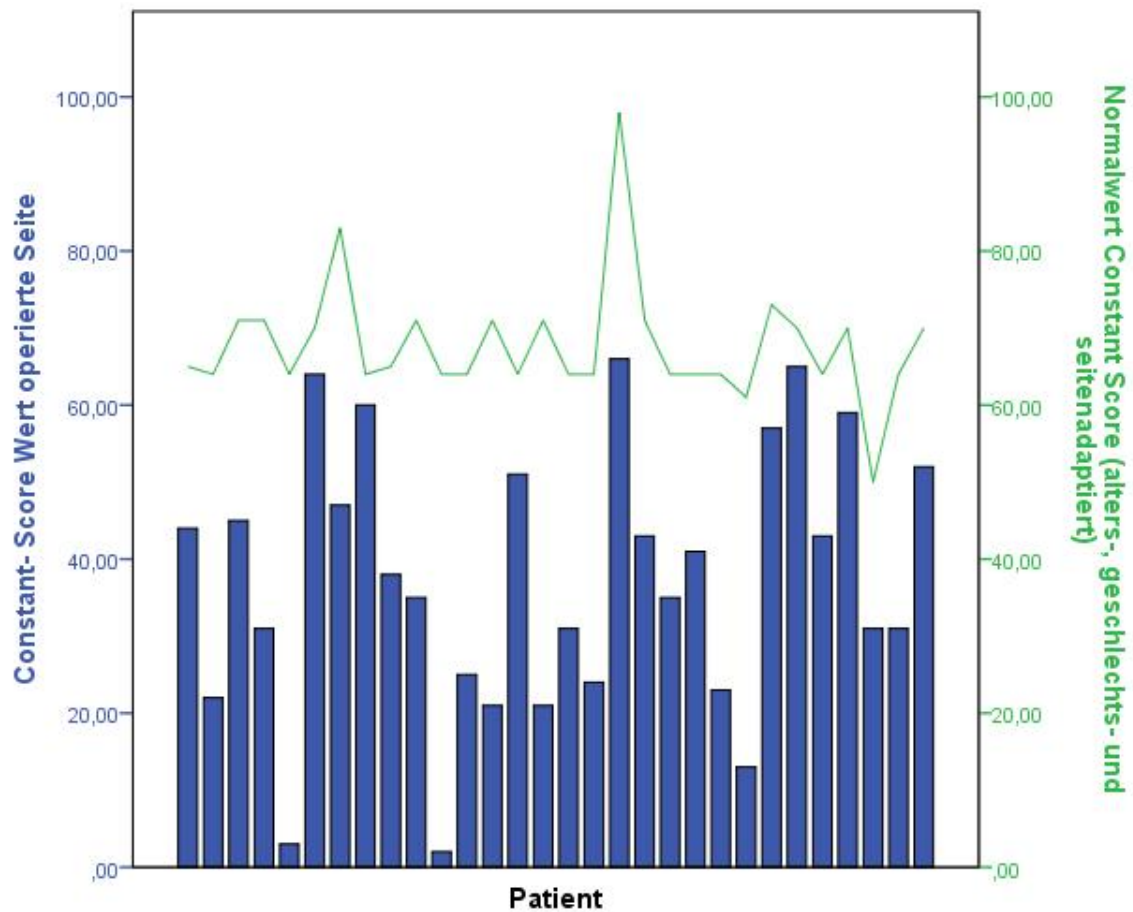


Abb. 35: Constant Score Werte der einzelnen Patienten und der zugehörige geschlechts- und seitenadaptierte Normalwert

Die Unterschiede in Bezug auf den Constant Score Gesamtwert, sowie die Einzelanalysen der Parameter ergaben jeweils keinen statistisch signifikanten ($p < 0,05$) Unterschied.

3.8 Funktionelle Ergebnisse

3.8.1 Abduktion

Im Gesamtdurchschnitt hat das Kollektiv einen Verlust von $63,50^\circ$ bei der Abduktion auf der operierten Seite im jeweiligen Vergleich zur gesunden Seite. In der primären Gruppe ist der Verlust mit $61,05^\circ$ etwas geringer, als mit $67,7^\circ$ in der sekundären Gruppe (siehe Tabelle 27).

	Abduktion operierte Seite (°)	Abduktion gesunde Seite (°)	Differenz Abduktion gesunde und kranke Seite (°)	Standard- abweichung der Differenz
Primärer Einbau	80,00	141,05	61,05	34,94
Sekundärer Einbau	73,63	141,36	67,72	49,05
Insgesamt	77,67	141,16	63,50	39,98

Tabelle 27: Vergleich der Abduktion

Die Patienten erreichen bei primärem Einbau eine Abduktion von 80° und bei sekundärem Einbau eine Abduktion von 74° auf der operierten Seite (siehe Abbildung 36).

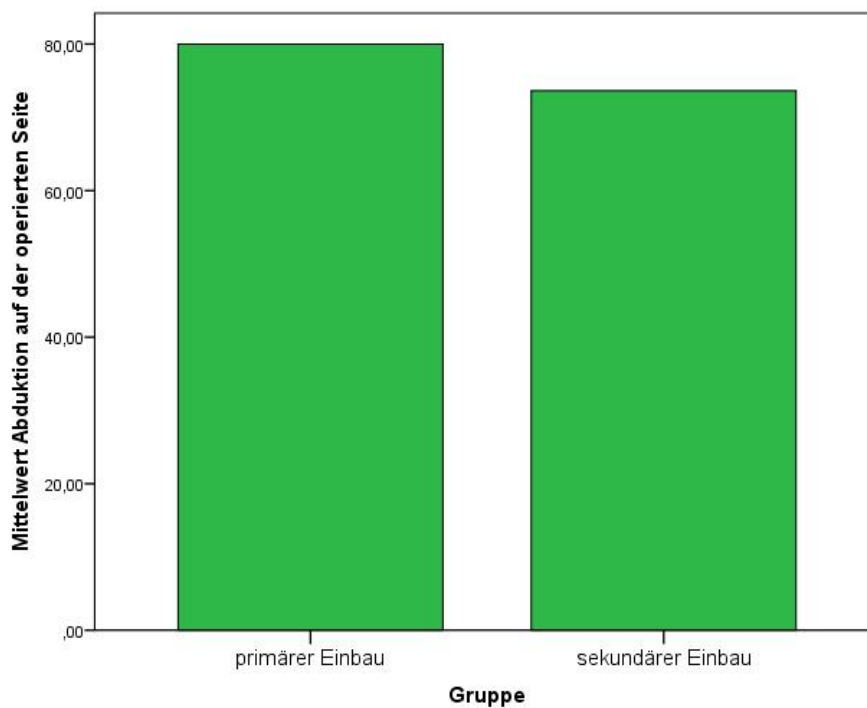


Abb. 36: Vergleich Mittelwert der Abduktion in der primären und sekundären Gruppe



Abb. 37: Abduktion des Armes (li.) 1,06 Jahre nach primärer Versorgung mittels inverser Schulterprothese

(78 Jähriger Patient, Neer VI,4 Fragmente; C3 nach AO)

3.8.2 Elevation

Im Vergleich der beiden Gruppen zeigt sich, dass die primär operierte Gruppe ca. 10° höher den Arm nach vorne anheben kann. Somit ist auch die Differenz zur gesunden Seite, bei gleicher Elevationshöhe auf der gesunden Seite, niedriger (siehe Tabelle 28 und Abbildung 38).

	Elevation operierte Seite (°)	Elevation gesunde Seite (°)	Differenz Elevation gesunde und kranke Seite (°)	Standard- abweichung der Differenz
Primärer Einbau	82,63	141,05	58,42	41,63
Sekundärer Einbau	70,91	143,64	72,72	46,33
Insgesamt	78,33	142,00	63,67	43,19

Tabelle 28: Vergleich der Elevation

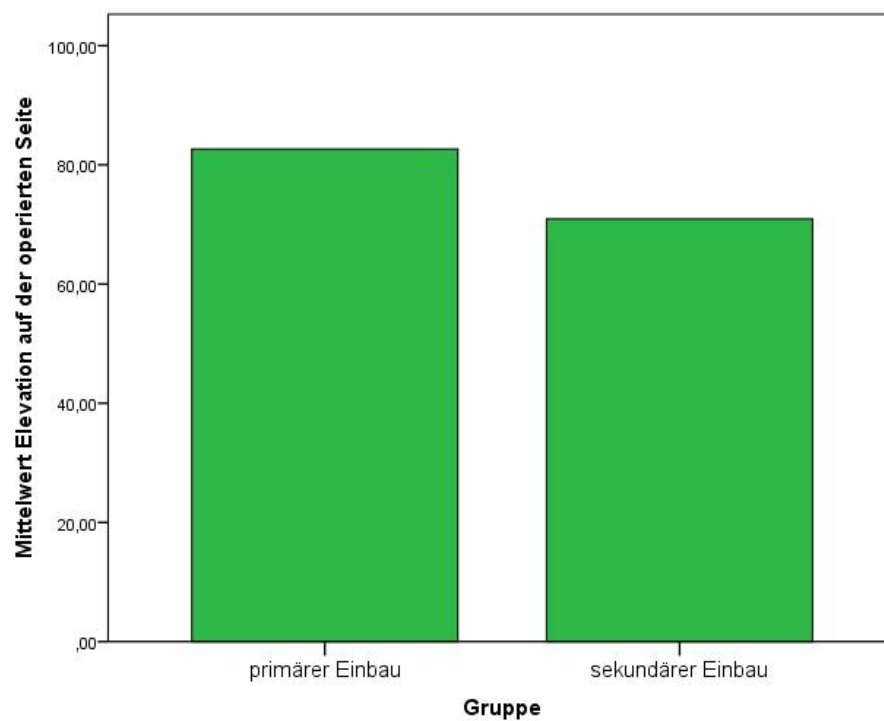


Abb. 38: Vergleich Mittelwert der Elevation in der primären und sekundären Gruppe



Abb. 39: Elevation des Armes (li) 1,06 Jahre nach primärer Versorgung mittels inverser Schulterprothese

(78 jähriger Patient, Neer VI,4Fragmente; C3 nach AO)

3. 9 Oxford Shoulder Score

Das neue Score-System:

Die primäre Gruppe erreicht im Oxford Shoulder Score durchschnittlich 2 Punkte mehr als die sekundäre Gruppe (siehe Tabelle 29 und Abbildung 40).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	31,00	11,14	28	6	46
Sekundärer Einbau	28,73	14,39	31	2	47
Insgesamt	30,17	12,23	30	2	47

Tabelle 29: Vergleich der Ergebnisse im Oxford Shoulder Score (neues Scoresystem)

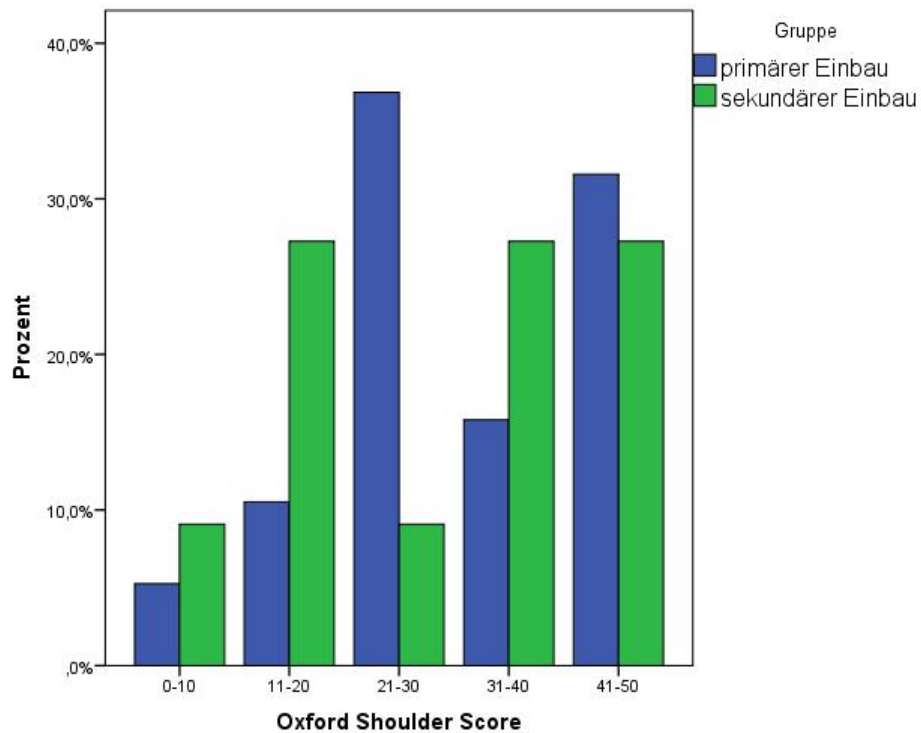


Abb. 40: Verteilung der Werte des Oxford Shoulder Score (neues Scoresystem)

Das alte Score- System:

Die primäre Gruppe erreicht im Oxford Shoulder Score durchschnittlich 3 Punkte weniger als die sekundäre Gruppe, schneidet somit leicht besser ab (siehe Tabelle 30 und Abbildung 37).

	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Primärer Einbau	28,74	11,04	32	14	54
Sekundärer Einbau	31,36	14,47	29	13	58
Insgesamt	29,70	12,21	30	13	58

Tabelle 30: Vergleich der Ergebnisse im Oxford Shoulder Score (altes Scoresystem)

Auch wenn eine Kategorisierung der Werte nicht empfohlen wird[33], wurden die Werte zur besseren Darstellung in Gruppen zusammengefasst.

Teilt man die Ergebnisse des OSS in Kategorien ein (1:sehr gute Schulterfunktion 12-20 Punkte; 2: moderate Funktion der Schulter: 21-30 Punkte; 3: mäßige Schulterfunktion 31- 40 Punkte; 4: schlechte Schulterfunktion 41-60 Punkte) so zeigt sich folgender Verteilung:

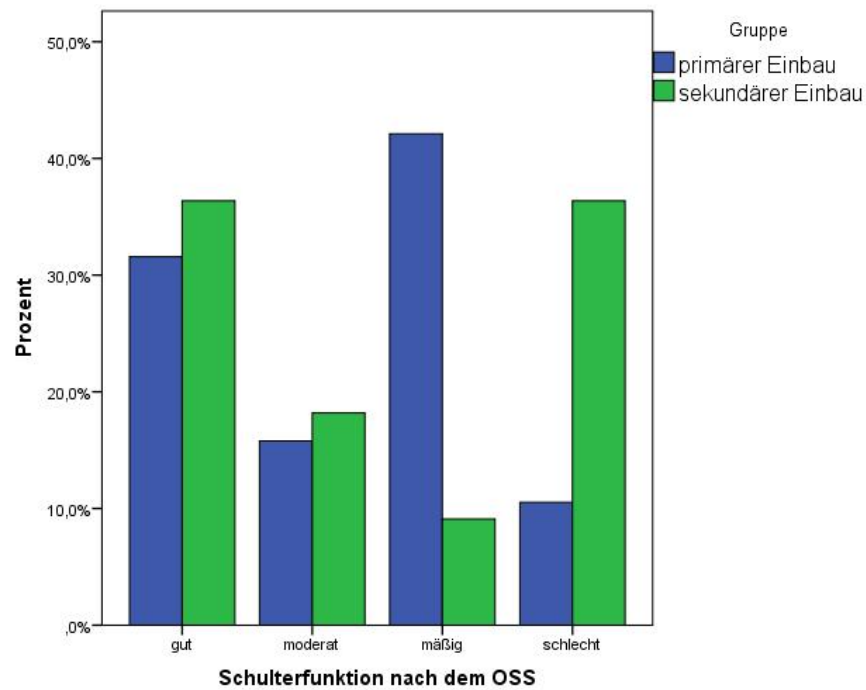


Abb. 41: Verteilung der Werte des Oxford Shoulder Score (altes Scoresystem)

Auffällig ist, dass mit über 30% ein großer Anteil der sekundär Versorgten ein schlechtes Ergebnis erreicht. Über 40% der primären Gruppe erreichen allerdings auch nur ein mäßiges Ergebnis. In beiden Gruppen erreicht etwa ein Drittel ein gutes Ergebnis.

4. Diskussion

4.1 Eigene Ergebnisse und Literaturvergleich

Die komplexe proximale Humerusfraktur stellt eine Herausforderung für den behandelnden Unfallchirurgen dar. Es besteht keine Einigkeit darüber, welche Fraktur welche Therapie erfordert. Während bei jungen aktiven Patienten Einigkeit darüber besteht eine osteosynthetische Rekonstruktion zu erreichen, bleibt vor allem bei osteoporotischen Mehrfragment-Frakturen des älteren Patienten nach Niedrigrasanztrauma die Kontroverse bestehen.

Alle im Folgenden dargestellten Studien finden sich in einer tabellarischen Übersicht im Anhang (siehe 7.3 Anlage 3: Studienvergleich).

Wir haben in unserer Studie 30 Patienten, die in einem Zeitraum von 3,2 Jahren eine inverse Prothese nach Trauma primär (19 Patienten) oder sekundär (11 Patienten) erhalten haben, nachuntersucht. Bei Betrachtung der Fallzahl sollte berücksichtigt werden, dass nur Patienten eines Zentrums eingeschlossen wurden und nur traumatische Indikationen, sowie deren Folgen. Die Patientenanzahl vergleichbarer Studien liegt, mit zwischen 10 und 55 eingeschlossenen Patienten, in einer vergleichbaren Größenordnung.[21, 23, 44, 65, 72, 94, 110, 116]

Unser Kollektiv beinhaltet vor allem komplexe 3-oder 4-Fragment-Frakturen bei älteren Patienten (Durchschnittsalter 76 Jahre). Vergleichsstudien haben zum Teil 3-und 4-Fragment-Frakturen als Einschlusskriterium verwendet, so dass keinerlei 2-Teile Frakturen in diesen Studien enthalten sind.[21, 44, 72] Mit 70 bis 78 Jahren ist das durchschnittliche Alter der zum Vergleich herangezogenen Studien in der gleichen Größenordnung.[21, 23, 44, 65, 72, 94, 110, 116]

Bei allen von uns untersuchten Einzelparametern zeigt sich ein leicht besseres Ergebnis nach primärem Einbau der inversen Prothese. Die Unterschiede sind jedoch nicht groß genug, um bei dem kleinen Kollektiv einen statistischen Unterschied zu erreichen. Um diesbezüglich fundierte Aussagen treffen zu können werden höhere Fallzahlen und Vergleichsstudien benötigt.

Eine Schmerzreduktion bzw. Schmerzfreiheit wird bei Einbau einer inversen Prothese regelmäßig erreicht. Mehr als die Hälfte der primären Gruppe (52,6%) und ein Großteil der sekundären Gruppe (36,4%) unseres Kollektivs haben keine Schmerzen auf der VAS. Der Mittelwert der VAS liegt bei 1,84 und 2,45 (primäre/sekundäre Gruppe). Auch ist in beiden Gruppen bei über 70% der Patienten der Schlaf ungestört. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen.[15, 21, 47, 72, 115]

Lenarz et al. erreichen einen leicht besseren durchschnittlichen Wert auf der VAS mit 1,1.[72] Im Constant Score erhalten die meisten Studien einen durchschnittlichen Wert von 12 bis 13 Punkten

bei der Schmerzkategorie. [21, 44, 110] Wie auch in unserem Kollektiv (Primär: VAS 1,8; Sekundär VAS 2,5) zeigt sich in Studien mit sekundärer Implantation bzw. Revisionsoperationen, dass die Patienten mehr Schmerzen haben.[63, 80, 81, 113]

Dass die Schmerzfreiheit erreicht wird, erklärt unter anderem die hohen Zufriedenheitsraten der Patienten nach Einbau einer inversen Prothese.[21, 30, 113]

Im Oxford Shoulder Score erreichen die Patienten unseres Kollektivs 29,7 Punkte (altes Scoresystem). Die primäre Gruppe schneidet mit durchschnittlich 28,7 Punkten leicht besser ab, als die sekundäre Gruppe mit 31,4 Punkten. Das Ergebnis ist vergleichbar mit den Ergebnissen von Dietrich et al. die in der Hemiarthroplastikgruppe auch einen OSS von 29 Punkten erhielten. Die winkelstabile Gruppe ihrer Untersuchung hatte allerdings einen mit 20 Punkten deutlich besseren Scorewert.[34] Auch Young et al. erhielten bei ihren untersuchten inversen Prothesen einen OSS von 29 Punkten.[116] Die Betrachtung des OSS ist insbesondere deswegen von Bedeutung, da in dem geriatrischen Patientenkollektiv vor allem die Schmerzbefreiung und Alltagsbewältigung vor exzellenten funktionellen Ergebnissen eine Rolle spielt. Interessant in Bezug auf den OSS wäre der Verlauf zwischen präoperativen Werten und nach einem Jahr gewesen, da die meisten Veränderungen in Sachen Schmerzen und Funktion sich im ersten Jahr vollziehen. [32]

Die Patienten schätzen ihre Beweglichkeit der betreffenden Schulter mit 5,28 (primäre Gruppe) und 4,09 (sekundäre Gruppe) von 10 Punkten auf der Visuellen Analogskala ein. Zwar gibt es für diese Beobachtung keine Vergleichsangaben in anderen Studien, doch spiegelt diese subjektive Angabe die objektiven Ergebnisse des Bewegungsausmaßes treffend wieder. Der Großteil der Patienten, neben einigen exzellenten und einigen sehr schlechten Ergebnissen, hat einen Bewegungsumfang, der in etwa der Hälfte ihres kontralateralen Bewegungsumfangs entspricht.

Die Ergebnisse des ASES-Scores, ein weiterer subjektiver Score, zeigen ein geringfügig besseres Ergebnis bei primärem Einbau. Bei primärem Einbau erreichen die Patienten in unserem Kollektiv im Durchschnitt 60,8 Punkte, bei sekundärem Einbau 57,4 Punkte (Gesamtkollektiv: 59,6 Punkte). Lenarz et al. kommen in ihrem Kollektiv auf einen deutlich besseren ASES-Score Wert von 78 Punkten.[72] Ein Unterschied zwischen den beiden Studien besteht in der Fixation der Tuberkula. Bei den Patienten von Lenarz et al. wurden die Tuberkula, im Gegensatz zu unseren Patienten, an der Prothese fixiert. In anderen Studien finden sich leicht bessere ASES-Score Werte mit 60- 70 Punkten.[65, 74, 112, 115, 116]

Vergleicht man die Summe der Aktivitäten vor dem Unfall , mit der Summe der Aktivitäten nach dem Unfall, so nimmt in unserem Kollektiv die Aktivität aus 30 möglichen Punkten bei primärem Einbau von 25 auf 12 Punkte ab, bei sekundärem Einbau von 28 auf 11. Bei sekundärem Einbau ist somit ein

stärkerer Abfall der Aktivitäten zu verzeichnen. Diese Angaben sind mit Vorsicht zu betrachten, da wir die Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung retrospektiv zu ihren Aktivitäten vor dem Unfall befragt haben.

Trotz zum Teil schlechter funktioneller Ergebnisse zeigt sich die überwiegende Mehrheit der Patienten (93%) insgesamt subjektiv zufrieden mit dem Ergebnis.[96, 110, 113] Schmerzreduktion und eine leichte Funktionsverbesserung, sodass leichte Alltagsaktivitäten erledigt werden können scheinen hierbei eine Rolle zu spielen. Lawrence et al. befragten 78 Patienten, die eine inverse Prothese erhalten hatten (70 aufgrund Defektarthropathie, 6 massive Rotatorenmanschettenrupturen mit pseudoparalytischer Schulter, 5 nach fehlgeschlagener Frakturversorgung) nach ihren Aktivitäten, sowie Schmerz, Kraft und Bewegung. Die überwiegende Mehrheit der Patienten kann Aktivitäten mit leichtem Anforderungsgrad wie Kochen, Backen oder Autofahren erledigen. Dennoch geben auch 38% der Befragten an schwerere Arbeit wie Schneeschaukeln ausführen zu können. Insgesamt sind die Aktivitäten vergleichbar mit denen, die die Autoren für anatomische Prothesen erhalten haben. Befragt nach Dingen, die aufgrund der Schulteroperation nicht mehr ausgeführt werden können, gaben die Patienten am häufigsten an: Überkopfaktivitäten, an den Rücken reichen, Golf und Schwimmen und schweres Heben. [71]

Insgesamt liegt der Median des Gesamtpunktwertes des Constant Score in der primären Gruppe bei 43 Punkten und in der sekundären Gruppe bei 31 Punkten (Mittelwert: 41,1 Punkte primär; 33,9 Punkte sekundär). Diese Werte entsprechen den im Mittel erreichten Werten von 60% (primäre Gruppe) und 47% (sekundäre Gruppe) der von Constant definierten Normalwerte. Der operierte Arm erreicht 29 Punkte (primäre Gruppe) bzw. 32 Punkte (sekundäre Gruppe) weniger als der gesunde Arm. In beiden Gruppen erreichte der gesunde Arm 66 Punkte.

Roy et al. definieren in ihrer Arbeit, dass 60% der normalen Kraft, bzw. 60% des definierten Normalwertes im Constant Score, eine Abduktion und Flexion von 100°, sowie eine Innen- und Außenrotation von 40° ein erfolgreiches Ergebnis darstellen. Innerhalb dieses Rahmens können die meisten Alltagsaktivitäten erledigt werden. In ihrer eigenen Untersuchung an 44 Patienten, die die inverse Prothese aufgrund unterschiedlicher Indikationen erhalten haben (zumeist Defektarthropathie), erreichten 73% mindestens 60% des Constant Score Normalwerts.[96] Unsere Patienten erreichen in der primären Gruppe im Durchschnitt 60% des Constant Score, die Abduktion und Flexion liegt im Durchschnitt jedoch deutlich unter den von Roy et al. geforderten 100°. Das Kollektiv von Roy et al. enthielt allerdings auch nur einen kleinen Anteil an proximalen Humerusfrakturen.[96]

Zu unserem Kollektiv ähnlichen funktionellen Ergebnissen und Score-Werten kommen Bufquin et al. Sie haben in einer prospektiven Studie 41 Patienten 22 Monate nach Versorgung einer 3-/4-Fragment Fraktur mit einer inversen Prothese nachuntersucht. Die durchschnittliche Constant Scores betrug 44 Punkte, bzw. 66% in der modifizierten Form. Diese Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit unseren eigenen. Sowohl der Constant Score als auch das Bewegungsausmaß liegt in der gleichen Größenordnung. Innerhalb des Kollektivs zeigte sich bei Bufquin et al, dass Patienten <75 Jahre besser abschneiden, als Patienten >75 Jahre (nicht immer statistisch signifikant). [21]

Die meisten anderen Studien haben ein deutlich besseres Outcome als unsere Ergebnisse es zeigen.[23, 44, 65, 72, 94, 110, 116] In dem Kollektiv von Cazeneuve und Cristofari lag der durchschnittliche absolute Constant Score Wert bei 55 Punkten ein Jahr nach der Implantation und bei 53 Punkten zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung. Dies entspricht 67% der unverletzten Seite. Auffällig ist in dieser Untersuchung, dass die Patienten auf der kontralateralen Seite auch deutlich größere Werte haben als unser Kollektiv. [23] Klein et al. finden in ihrem Kollektiv Constant Score Werte von 68 Punkten. Auffällig ist, dass es in diesem Kollektiv keine kompletten „Versager“ gibt. Den schlechtesten Constant Score Wert hatte ein Patient mit 47 Punkten. [65] In unserem Kollektiv finden sich acht Patienten, deren absoluter Constant Score Wert unter 30 Punkten liegt.

Unsere sekundäre Gruppe lässt sich gut mit der Arbeit von Martinez et al. vergleichen. Sie untersuchten 44 Patienten, die sekundär (durchschnittlich 12 Monate) eine inverse Prothese nach Frakturfolgen erhalten hatten. 24 ihrer Patienten wurden zunächst konservativ behandelt, 14 bekamen initial eine Philos-Platte und 6 wurden perkutan mittels Kirschner-Draht Osteosynthese versorgt. Die Patienten hatten durch die Implantation alle einen deutlichen Funktionsgewinn. Der postoperative Constant Score betrug 58 Punkte und liegt damit deutlich über unseren Werten. Allerdings ereigneten sich 6 Prothesenluxationen. Zwei davon konnten erfolgreich mit einer Erhöhung der Humerushalskomponente behandelt werden, während bei 4 Patienten dieser Prozess scheiterte und man das Implantat auf eine Hemi-Prothese wechselte. Von diesen 4 Patienten berichten die Autoren ein schlechtes Outcome mit 60° Elevation und 60° Abduktion, sowie persistierenden Schmerzen im Alltag.[80] Abgesehen von den häufigen Luxationen erreicht dieses Kollektiv deutlich bessere Ergebnisse als unsere Patienten, die sekundär mit einer inversen Prothese versorgt wurden. Gründe hierfür sind, aufgrund des ähnliches Kollektivs und ähnlicher Vorgehensweise, nicht ersichtlich.

Kurz darauf können Martinez et al. ihre Ergebnisse in einem weiteren Kollektiv mit Versorgung einer Pseudarthrose durchschnittlich 11 Monate nach Trauma in etwa reproduzieren. Die Elevation verbesserte sich auch hier deutlich von 35° auf 90°, die Abduktion von 35° auf 85°. Der Constant Score stieg von 26% präoperativ auf 55%. Jedoch zeigt sich auch in diesem Kollektiv von 18 Patienten

mit einer transienten Axillarislähmung, zwei Infektionen und zwei Luxationen eine hohe Komplikationsrate. [79]

Willis et al. hingegen haben in einer vergleichbar aufgebauten Studie keine Komplikationen. Das Bewegungsausmaß verbesserte sich deutlich (Elevation: präoperativ: 53°, postoperativ: 105°; Abduktion: präoperativ: 48°, postoperativ: 105°)[115]

Insgesamt ist es schwierig Absolutwerte, speziell in Bezug auf den Constant Score, in verschiedenen Studien zu vergleichen. Zum einen ist das objektive Erheben von Daten ein Problem, auch wenn es erfahrene Untersucher sind.[32] Conboy et al. fanden in ihrer Studie einen „intraobserver error“ von 17,7 Punkten, d.h. ein einzelner Untersucher liegt bei der Bestimmung des Wertes innerhalb eines Intervalls von 18 Punkten in der Nähe des wahren Wertes. [25, 26]

Befragt nach den Einschränkungen in Beruf/Hausarbeit, gibt die Mehrheit der Patienten unseres Kollektivs an, dass die Ausführung zum Teil/zur Hälfte möglich ist. Bei der Frage nach der Ausführung von Freizeitaktivitäten sind die Antworten etwa gleich verteilt auf alle Antwortmöglichkeiten. Jeweils ein Drittel gibt an, dass Freizeitaktivitäten voll möglich sind, ein Drittel berichtet von zum Teil möglicher Ausführung und ein Drittel ist nicht mehr fähig die Freizeitaktivitäten auszuüben. Die selbstberichtete Reichweite/Arbeitshöhe der Patienten liegt bei dem größten Teil der Patienten (31% primäre Gruppe) auf Höhe bis zum Hals. 26,3% (5 Patienten) erreichen sogar eine Arbeitshöhe über Kopfniveau. Doch auch die sogenannten „Versager“ des Kollektivs bilden sich in diesem Parameter ab. 20-30% beider Gruppen haben nur ein Arbeitsniveau bis auf Höhe der Gürtellinie. Aus 35 möglichen Punkten des subjektiven Anteils erreicht unser Gesamtkollektiv 22,5 Punkte (Primär: 24,1 Punkte; Sekundär: 19,9 Punkte).

Die Patienten können durchschnittlich 80° und 74° (primäre/sekundäre Gruppe) abduzieren. Im Vergleich zur gesunden Seite zeigt sich hierbei ein Abduktionsverlust von 61° und 68°. Im Constant Score erreichen insgesamt 7 Patienten nur eine Abduktion zwischen 0° und 30° (Primär: 5 Patienten (26,3%); Sekundär: 2 Patienten (18,2%)). Abgesehen von den Ergebnissen von Bufquin et al. mit einer Abduktion von 86°[21] und 70° Abduktion bei Levy et al., die Revisionen nach Hemiarthroplastik untersuchten, finden sämtliche andere Studien eine durchschnittliche Abduktion von 90° bis 115°.[44, 61, 65, 80, 94, 110, 112]

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich in unserem Kollektiv bei der Elevation: Primäre Gruppe: 83°; Sekundäre Gruppe 71° auf der operierten Seite. Auch hier erreichen 6 Patienten keine Elevation über 30°. In den betrachteten Vergleichskollektiven inverser Prothesen nach Trauma liegt die durchschnittliche Elevationshöhe mit 100-140° deutlich höher. [21, 44, 65, 72, 94, 110, 116] Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass andere Kollektive keine absolut schlechten Ergebnisse enthalten.

In dem Kollektiv von Reitman et findet sich nur ein Patient, der nicht über 90° Elevation erreicht,[94] und auch in dem Kollektiv von Valenti et al. erreichen alle Patienten mindestens eine Elevation von 85°[110]. Auch bei sekundären Kollektiven zeigt sich der Unterschied deutlich. Unser Kollektiv erreichte eine durchschnittliche Elevation von 71°. In Vergleichskollektiven liegt die Elevation bei zwischen 90° und 130°.[20, 61, 63, 80, 81, 112, 113]

Für viele Aktivitäten des täglichen Lebens, wie trinken und essen, oder allein die freie Bewegung des Armes im Raum ist eine aktive Außenrotation notwendig. Betrachtet man die Rotationsfähigkeit, so können in unseren beiden Gruppen ca. 70% keine Aufgabe bei der Prüfung der Außenrotation im Constant Score erfüllen. Einige wenige (Primär: 15,8%; Sekundär: 18,2%) können alle Aufgaben erfüllen/erreichen 10 Punkte.

In den meisten Studien, wie auch bei unserem eigenen Kollektiv, ist die Außenrotation deutlich eingeschränkt.[17, 21, 44, 113] Dies wird zum einen dem Prothesendesign und auch dem Fitnessgrad (Atrophie, fettige Degeneration) des Musculus teres minor zugeschrieben.[104, 113] Boileau et al. nennen vier Gründe für die eingeschränkte Außenrotation. Zum einen, den schon genannten Zustand des Teres minor und das Prothesendesign. Durch das fehlende laterale Offset ist die Bewegungsmöglichkeit der Humeruskomponente um den Kopf limitiert. Der dritte Grund ist biomechanisch zu erklären. Durch die Medialisierung des Drehzentrums wird der hintere Anteil des Deltamuskels, der die fehlenden Außenrotatoren ersetzt, funktionell schwächer. Der vierte Grund ergibt sich durch die Operationstechnik. Bei Perforation der posterioren Kortikalis der Skapula mit Bohrer oder der posterioren Schraube kann es zu einer Schädigung des Nervus suprascapularis kommen.[17]

Ein Streitpunkt bezüglich der schlechten Rotationsfähigkeit ist die Fixation der Tuberkel an der Prothese. Bufquin et al. und andere Studien fanden heraus, dass die Außenrotation besser war, wenn die Tuberkel in anatomischer Position verheilten.[21, 43, 110] Dem gegenüber steht die Empfehlung von Cazeneuve und Cristofari, die eine komplette Entfernung der Tuberkel empfehlen, um Dislokationen zu vermeiden.[23] Klein et al. empfehlen aufgrund der eingeschränkten Außenrotation die Refixation der Tuberkel, sowie insbesondere die Reinsertion des Musculus subscapularis aus Stabilitätsgründen.[65]

Levy und Badman berichten 2011 von 7 Patienten die sie mit einem sogenannten „horseshoe graft“ versorgt haben (siehe Abbildung 42). Das hufeisenförmige Transplantat wird keilförmig aus dem extrahierten Humeruskopf hergestellt.



Abb. 42: „Horseshoe graft“[75]

Durch dieses Transplantat hat das Tuberculum majus eine größere knöcherne Einheilungsfläche. Das Transplantat wird lateral mit Nähten um den humeralen Prothesenhals befestigt und dann Tuberculum majus und minus refixiert. Bei 6 der 7 Patienten kam es zu einer Einheilung. Aktive Elevation betrug 117° und die aktive Außenrotation 19° , wobei manuelle Krafttestung in allen Fällen eine vollkräftige Außenrotation zeigte. Die Autoren sehen als weiteren Vorteil der Refixation der Tuberkel die Stabilität. Luxationen treten nur bei entfernten Tuberkeln auf.[75]

Ein anderer Ansatz die aktive Außenrotation wiederzuerlangen kommt von Boileau et al. Sie operierten bei 11 Patienten mit pseudoparalytischer Schulter und insuffizienten Rotatorenmanschetten-Muskeln. Patienten die eine aktive Außenrotation von $\geq 0^\circ$ hatten wurden ausgeschlossen. Die Patienten wurden mit einer inversen Prothese in Kombination mit einem Latissimus dorsi und Teres major Transfer versorgt. Alle Patienten hatten eine Defekarthropathie, sowie eine starke Atrophie oder fettige Infiltration des Infraspinatus und Teres minor. Die beiden Muskel werden hierbei von ihrer ursprünglichen Insertion abgelöst und dorsal am Humerusschaft vorbeigeführt. Dann werden sie am Stumpf des Musculus pectoralis major refixiert, so dass sie fortan als Außendreher fungieren. Postoperativ verbesserte sich die Rotation von -18° auf 18° ($+36^\circ$). Die Innenrotationsfähigkeit in der klinischen Funktionsprüfung nahm von L1 nach S3 ab. Ein Nachteil stellt allerdings die postoperative Nachbehandlung dar, die aus 6 Wochen Immobilisation in 30° Abduktion und 30° Außenrotation besteht, bevor freie Bewegung erlaubt ist. Insgesamt sollte eine Therapiedauer von 6 bis 12 Monaten erreicht werden. [12]

2010 veröffentlichten Boileau et al. eine weitere Studie mit dem modifizierten „L’Episcopo-Verfahren“. Das Verfahren ähnelt dem oben beschriebenen, jedoch werden die beiden Sehnen nicht auf den Pectoralis major Stumpf genäht, sondern mit transossären Nähten diametral zur

ursprünglichen Insertion am lateralen Humerus befestigt. Dies soll dazu führen, dass die Außenrotation bestmöglich verbessert wird, bei gleichzeitigem Erhalt der Innenrotation. 17 Patienten hatten nach mindestens 12 Monaten eine Steigerung der Außenrotation von -21° auf 13° ($+34^{\circ}$). Eine weitere Möglichkeit wäre der alleinige Latissimus dorsi Transfer. Das lehnen die Autoren jedoch ab, da dieser alleine oftmals zu dünn ist und bei großem Außenrotationsdefizit ein alleiniger Latissimus dorsi Transfer nicht ausreichend ist um eine merkliche Verbesserung der Außenrotation zu erzielen.[14]

Auch Boughebre et al. finden in einer ähnlich angelegten Studie an 15 Patienten mit schmerzhafter Defektarthropathie und fehlender Außenrotationsfähigkeit eine deutliche Verbesserung der Funktionswerte nach Implantation einer inversen Prothese in Kombination mit einem Latissimus dorsi und Teres major Sehnentransfer. Der Constant Score verbesserte sich von 23,7 Punkten präoperativ auf 61,1 Punkte postoperativ. Analog zu den Ergebnissen von Boileau et al. kommt es zu einer deutlichen Verbesserung der Außenrotation (von $-8,7^{\circ}$ auf $27,3^{\circ}$). Jedoch bleibt in dieser Studie die Innenrotationsfähigkeit erhalten. Die Autoren erklären dies durch einen anderen Re-Insertionspunkt der beiden Sehnen. Boughebre et al. befestigten die Latissimus dorsi und Teres major Sehne lateral des Sulcus bicipitalis mit Knochenankern. [18]

Es scheint, man solle versuchen die Tuberkel zu refixieren, um eine bessere Rotation zu erlangen. Die Rehabilitation sollte aber nicht verzögert sein, um ein Einheilen der Tuberkel zu gewährleisten. Vielmehr sollen die Patienten möglichst früh in ihre Selbstständigkeit zurückkommen. Sollte es zu einem Ausreißen der Fixierung der Tuberkel kommen, so ist die Situation für die Funktion der inversen Prothese immer noch wie gewöhnlich über den Deltamuskel gegeben. [65]

Die Innenrotation ist etwas besser möglich, dennoch ist sie im Vergleich zur gesunden Seite deutlich eingeschränkt. In der primären Gruppe kann die überwiegende Mehrheit den Handrücken nur bis zum Gesäß führen (52,6%). In der sekundären Gruppe erreicht die Mehrheit der Patienten mit dem Handrücken den lumbosakralen Übergang.

Auch die schlechte Innenrotation lässt sich durch das Prothesendesign und die verminderte Möglichkeit des anterioren Deltamuskels die Innenrotation zu kompensieren erklären. Der verbleibende Musculus subscapularis hat aufgrund des veränderten Kraftvektors auch eine verminderte Funktion.[17] Dennoch ist es wichtig, den Musculus Subscapularis zu refixieren, da bei diesen Patienten eine bessere Innenrotationsfähigkeit zu finden ist.[113]

In unserem Kollektiv lag der Median der erreichten Punkte in der Kraftmessung des Constant Scores in beiden Gruppen bei einem Punkt (0,5 kg). Der Median der Differenz zum gesunden Arm beträgt 2 Punkte (1kg). Bufquin et al., deren Kollektiv vergleichbare Ergebnisse zeigt, finden einen

durchschnittlichen Kraftwert von 3,6 Punkten. Die Patienten dieses Kollektivs erreichen zwar auch wenige (3,6 von 25) Punkten, dennoch liegen unsere Werte mit einem Median von einem Punkt noch deutlich niedriger. [21] Auch Grassi et al. fanden bei ihren Patienten, trotz überwiegend nicht-traumatischer Indikation, nur 3 Punkte bei der Kraftmessung. Kein Patient konnte mehr als 2,5 kg halten. Dies bestätigt die Tendenz unserer Werte der Kraftmessung. [46] In anderen Kollektiven ist die durchschnittlich erreichte Punktzahl bei der Kraftmessung um ein vielfaches höher (12-13 Punkte vs. 1 Punkt in unserem Kollektiv).[23, 94] In den meisten Studien ist die Kraftmessung nicht weiter erläutert.[34] Ein Unterschied in der Art der Kraftmessung/ Verarbeitung scheint wahrscheinlich, denn anders sind die großen Differenzen nicht zu erklären.

Der Constant Score schreibt einen enorm hohen Stellenwert der Kraftmessung zu. Gleichzeitig ist die Messung der Kraft ein häufiger Diskussionspunkt. Constant et al. empfehlen die Verwendung eines Isobex Dynamometers.[26] Unterschiedlich ist auch die Handhabung von Patienten die nicht die 90° Abduktion erreichen. Wir haben diese Patienten mit einer Kraft von 0 Punkten bewertet. Somit sind Vergleiche zwischen Studien nur unter Vorsicht anzustellen. Baker et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen Constant Score und Oxford Shoulder Score prospektiv bei Patienten die eine konservative Behandlung einer proximalen Humerusfraktur erhalten haben. Sie konnten nachweisen, dass eine starke Korrelation zwischen beiden besteht, trotz der enthaltenen Kraftkomponente im Constant Score. [9]

Alta et al. untersuchten die Hypothese, ob der eingeschränkte aktive Bewegungsumfang, im Vergleich zum größeren passiven, durch fehlende Kraft zu erklären ist. Ihr 33 Patienten umfassendes Kollektiv enthielt sowohl primär als auch sekundär eingebaute inverse Prothesen. Die Ergebnisse der primären und sekundären Prothesen unterschieden sich nicht hinsichtlich der isometrischen Kraftmessung. Sie fanden aber heraus, dass die Kraft an der Seite der inversen Prothese im Vergleich zu den Normalwerten deutlich eingeschränkt ist. Nur 23 Patienten konnten die Aufgaben des Protokolls überhaupt ausführen und nur 13 Patienten konnten die Rotationsaufgaben durchführen. Diejenigen die das Protokoll ausführen konnten erreichten bei der Ab- und Adduktionskraft zwischen 19% und 78% einer normalen Schulter. Diese Ergebnisse implizieren, dass die reduzierte Kraft eine ausgeprägte Mitursache des eingeschränkten Bewegungsausmaßes darstellt.[6]

4.2 Komplikationen

Zumstein et al. untersuchten in ihrem Review 21 Kohortenstudien, deren Follow-Up mindestens 24 Monate betrug, die Komplikationen der inversen Prothesen, sowie deren Auswirkungen auf das Outcome. Es wurden insgesamt 782 Fälle betrachtet. Der Anteil mit Frakturfolgen bzw. akuten Frakturen war jedoch mit 41 Fällen (5,2%) und 18 Fällen (2,3%) gering. Die Autoren definierten Probleme als intra- oder postoperative Vorkommnisse, die das Outcome des Patienten nicht beeinflussen, („Notching“, Hämatome, heterotope Ossifikationen, Algodystrophie, Phlebitis, intraoperative Luxationen, intraoperative Zementextravasationen) und Komplikationen, als Ereignisse, die sehr wahrscheinlich eine negative Auswirkung auf das Outcome haben (Frakturen, Infektionen, Luxationen, Nervenlähmungen, aseptische Lockerungen einzelner Komponenten, Probleme mit den Glenoidschrauben). Die Komplikationsrate betrug hierbei 24% (188 Fälle; 24 davon intraoperativ und 164 postoperativ), die Problemrate 44% (347 Fälle; 2 davon intraoperativ und 345 postoperativ). Mit 4,7% die häufigste Komplikation war die Instabilität, gefolgt von Infektionen mit 3,8%. Alle 24 intraoperativen Komplikationen waren Frakturen (16 Humerusfrakturen, 7 Glenoidfrakturen, 1 Akromionfraktur). Humerusfrakturen traten hierbei meist im Revisionsfall auf.[118]

In unserem Kollektiv kam es in drei Fällen(10%) zu einem Hämatom, welches ausgeräumt werden musste. In einem Fall kam es zur zweimaligen Prothesenluxation, die reponiert und durch ein größeres Inlay versorgt wurde. Es kamen keine Infektionen vor. Somit finden sich in unserem Kollektiv lediglich eine Komplikation und drei Probleme.

Intraoperative Komplikationen haben einen negativen Einfluss auf das finale Outcome. Instabilität, die häufigste Komplikation, kam häufiger in der Revisionsgruppe vor und benötigte in 87,5% der Fälle eine Re-Operation. Der deltoideopectorale Zugang wurde in 97,3% der im Verlauf instabilen Fälle verwendet. Sofern der Allgemeinzustand des Patienten eine Re-Operation erlaubte, so hatte diese keinen negativen Einfluss auf das Outcome.[118]

Ein identifizierter Risikofaktor für Instabilität und mögliche Luxation ist die Subscapularis-Insuffizienz, wenn die Sehne intraoperativ nicht reparabel ist. Ein Nachteil der betrachteten Studie von Edwards et al. ist, dass keine proximalen Humerusfrakturen als Indikation eingeschlossen waren, es somit nicht zwangsläufig auf unsere Fälle übertragbar ist. Dennoch ist das Outcome eindeutig. Edwards et al. fanden unter 138 inversen Prothesen 7 Luxationen (5,1%). Alle Luxationen ereigneten sich bei Patienten, die eine irreparable Subscapularissehne hatten. Insofern wird von vielen Autoren der Versuch der Rekonstruktion der Subscapularissehne empfohlen. [36, 118] Bei Irreparabilität empfehlen die Autoren, den Patienten die ersten vier Wochen keine uneingeschränkten aktiven Bewegungen ausführen zu lassen. [36]

Gegen diese Empfehlung sprechen die Ergebnisse von Clark et al.. Diese Arbeitsgruppe fand keinen Unterschied bezüglich Komplikationen, insbesondere Dislokationen und dem Bewegungsausmaß beim Vergleich einer Gruppe mit reparierter Subscapularis-Sehne und einer Gruppe ohne Refixation.[24] Weiterhin sind eine adäquate Glenoidgröße und Länge der Humeruskomponente, mit konsekutiver unzureichender Spannung des Deltamuskels, von Bedeutung für Instabilität und Luxationen.[38, 106]

Die Rate an tiefen Infektionen in dem Review von Zumstein et al. betrug 3,8%. Dies ist vergleichbar mit anatomischen Prothesen, höher jedoch als bei anderen Schulteroperationen. Alle postoperativen Frakturen (11 Fälle) waren mit einem Trauma assoziiert. Eine Fraktur wurde mit exzellentem Ergebnis konservativ behandelt, die restlichen wurden operativ versorgt mit negativem Effekt auf das Outcome.[118] In unserem Kollektiv fand sich auch eine periprothetische Humerusfraktur nach erneutem Trauma, die operativ versorgt wurde. Diese Patientin hatte 1,5 Jahre nach Versorgung ein miserables Ergebnis (3 Punkte im Constant Score).

Das weitaus am häufigsten vorkommende Problem ist radiologisches Notching mit einer Rate von 35,4%. Danach folgen radiologische transparente Linien am Glenoid mit 2,9% und Hämatome mit 2,6%. Sowohl die Problem-, als auch die Komplikationsraten sind bei Revisionseingriffen jeweils doppelt so hoch als bei Primäreingriffen. [118]

Notching-raten in der Literatur variieren sehr stark. Klein et al. berichten nur von einem von 20 Fällen[65, 104], Sirveaux fanden radiologisches Notching in 63,6% (49 von 80 Patienten) [104] In ihrem Review erhalten Zumstein et al. eine Rate von 35%. Hierbei ist es auffallend, dass bei etwa der Hälfte der Fälle des Grammont Systems Notching auftritt, während bei dem Encore Schulterssystem von keinem Fall berichtet wird.

Auch die Ursachen, sowie die Auswirkung auf das klinische Outcome werden in der Literatur kontrovers beurteilt. [38, 39, 103, 106] Sirveaux et al. behaupten, dass Notching mit Glenoidverlust assoziiert ist.[104] Simovitch et al. und andere Studien berichten, dass Notching mit einem schlechteren Outcome verbunden ist.[39, 103, 104] Levigne et al. und andere wiederum fanden keinen Zusammenhang zwischen Notching und dem Outcome.[39, 73] Auch die Aussagen in der Literatur bezüglich des Zeitpunkts des Auftretens und/oder Fortschreitens von Notching sind nicht einheitlich. In der Untersuchung von Bufquin et al. konnte Scapula-Notching in 25% der Fälle (10 Patienten) nachgewiesen werden, wobei es innerhalb des ersten Jahres auftrat und sich bei weiteren Follow-up Zeitpunkten über mehr als 2 Jahre nicht ausweitete.[21] In Langzeituntersuchungen nahm die Anzahl der Notching-Funde aber über mehrere Jahre gesehen zu.[23, 39]

Indessen sind einige Risikofaktoren zur Entwicklung von Notching identifiziert.[38, 73] Lévine et al. untersuchten 326 Patienten die zwischen 1991 und 2003 eine inverse Prothese erhalten haben speziell im Hinblick auf Notching. Beim letzten Follow-up (Durchschnitt 47 Monate) kam bei 62% der Patienten Notching vor. Auch in dieser Studie nimmt die Rate im Verlauf der Zeit linear zu (10% zum Zeitpunkt 6 Wochen; 42% nach dem 1 Jahr; 51% nach 2 Jahren; 62% nach 3 Jahren), sowie auch der Grad des Notchings steigt. Es tritt bei folgenden Faktoren häufiger auf: Defektarthropathie, 3/4-gradige fettige Infiltration des Infraspinatus, enger akromiohumeraler Raum, ein präoperativ nach superior ausgerichtetes Glenoid, präoperativ höheres Aktivitätsniveau des Patienten, anterosuperiorer Zugang. Eine wichtige beeinflussbare Rolle spielt die Position der Basisplatte. Ein hohes Positionieren sollte in jedem Fall vermieden werden. Es konnte auch in dieser groß angelegten Studie kein Zusammenhang zwischen Notching und dem klinischen Ergebnis gefunden werden. [73]

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Notching kann mit dem Notching Index bestimmt werden. Hierbei sind zwei Faktoren von Relevanz, die Position der Basisplatte und der postoperative Winkel zwischen Prothese und dem Scapula-Hals.[103]

In dem Review von Zumstein et al. mussten von den 20 auftretenden Hämatomen 9 chirurgisch revidiert werden. Kein Fall zog eine Infektion oder einen nachteiligen Effekt auf das Ergebnis nach sich.[118]

Revisionen (kompletter, oder teilweiser Austausch der Komponenten) und Re-Operationen (jedes andere Schulterproblem, dass erneut im OP-Saal behandelt werden musste) kamen mit 10,1% und 3,3% vor. Im Gegensatz zu Komplikationen und Problemen haben Revisionen und Re-Operationen einen negativen Einfluss auf das Outcome. [118]

Insgesamt ist die Komplikationsrate bei Revisionseingriffen stets deutlich höher[17], und die Revisionsoperation somit insgesamt ein risikoträchtiger Eingriff.[17]

Bufquin et al. berichten in ihrer prospektiven Studie mit 41 Patienten von insgesamt 12 Komplikationen: 1 Glenoidfraktur wurde sofort mit einer Revisionsbasisplatte versorgt, 3 komplexen regionalen Schmerzsyndromen, 5 neurologischen Komplikationen, die sich in den meisten Fällen besserten, eine Akromionfraktur nach 12 Monaten und eine vordere Luxation. Bei einem Patienten, der mit dem superolateralen Zugang operiert wurde, kam es zu einer Separation des vorderen Anteils des Musculus deltoideus. Dies wurde mit einer Naht versorgt. Radiologisch konnte bei 36 Patienten (90%) periprotehetische Kalzifikationen nachgewiesen werden. 19 (53%) zeigten eine Dislokation der Tuberkel. [21]

4.3 Andere Indikationen inverse Prothese

Die häufigsten nichttraumatischen Indikationen für eine inverse Prothese sind: Defektarthropathie, massive Rotatorenmanschettenruptur mit Arthrose, primäre Arthrose und Revisionsfälle.[113]

Wall et al. berichten in ihrem Review über die Auswirkung der Ätiologie auf das klinische und radiologische Ergebnis bei inversen Prothesen. 191 Schulterprothesen in 186 Patienten wurde über durchschnittlich 39,9 Monate nachbeobachtet. 30,1% der Prothesen wurden aufgrund von Defektarthropathie eingebaut, 23,0% waren Revisionsfälle, 17,3% massive Rotatorenmanschettenrupturen mit Verlust der Elevation, 12,8% primäre Arthrose, 14,3% posttraumatische Arthrose. Tumor (1,0%), akute Frakturen (1,0%) und rheumatoide Arthritis (0,5%) als Indikationen wurden aus der Analyse wegen zu kleiner Fallzahlen und einer damit verbundenen geringen Vergleichbarkeit, ausgeschlossen. In allen Gruppen wurde ein deutlicher Funktionsgewinn erreicht. Bei Defektarthropathie, primärer Osteoarthritis mit Rotatorenmanschettenruptur und massiver Rotatorenmanschettenruptur kommt es zu besseren Ergebnissen (Constant Score postoperativ jeweils 65,1 Punkte, 65,1 Punkte, 63,4 Punkte) als bei posttraumatischer Arthritis oder Revisionsarthroplastik (Constant Score postoperativ 53,0 Punkte, 52,2 Punkte). Auch in Bezug auf den Bewegungsumfang zeigt sich dieser Unterschied. Innerhalb der drei besser abschneidenden Gruppen gibt es keine Unterschiede hinsichtlich des Constant Scores, Bewegungsausmaßes und subjektiver Bewertung des Ergebnisses. [113]

Bei nichttraumatischen Indikationen werden Constant Score Werte zwischen 60 und 90 Punkten berichtet.[16, 46, 65] Präoperativ finden sich meist Werte zwischen 15 und 24 Punkten.[17, 63, 81, 104] Meist kommt es dann zu einer Steigerung um ca. 30-52 Punkte.[63, 81, 104] Die postoperative Elevation liegt in der Regel zwischen 120° und 140°, dies entspricht einer durchschnittlichen Verbesserung um von ca. 50°.[17, 39, 46, 73, 104, 113] Die Ergebnisse sind damit deutlich besser als bei traumatischer Indikation. [63] Bei nichttraumatischer Indikation ist die knöcherne Anatomie erhalten und es ist technisch einfacher die Höhe und Position der Humeruskomponente einzustellen. Möglicherweise erklärt dies auch die besseren Ergebnisse.[17]

Höchste Komplikationsraten und schlechteste Ergebnisse treten bei Einsatz der inversen Prothese als Revisionsimplantat auf.[17, 63, 89] Revisionsfälle stellen eine ganz besondere Herausforderung für den Operateur dar. Regelmäßig präsentieren die Patienten eine Kombination aus Rotatorenmanschettendefekt, Knochendefekt des Glenoids, Glenoiderosionen nach fehlgeschlagener Hemi-Prothese, nicht oder fehlergeheilte Tuberkula, Schultersteife, Nervenverletzungen, stumme Infektionen und Narbengewebe. Weiterhin muss auch intraoperativ häufig von dem Standardvorgehen abgewichen werden, da vorherige Operationen ein Standardeingriff unmöglich machen.[61, 81] In der Untersuchung von Kiliç et al. erzielten Revisionseingriffe das schlechteste

Ergebnis. Die Patienten verbessern sich von 7 Punkten präoperativ auf 40 Punkte zum Zeitpunkt des Follow-up.[63] Kelly II et al. finden einen Constant Score von 49 Punkten und werten es als zufriedenstellendes Ergebnis.[61] Die Ergebnisse sind vergleichbar mit denen von Wall et al., die in der Revisionsgruppe Constant Score Werte von 52,1 Punkten erhielten.[113] Die Elevation verbessert sich durchschnittlich um 30°-40°.[81, 113]

Trotz schlechterer Ergebnisse kommt es für den Patienten zu einer deutlichen Verbesserung der Situation, sowohl funktionell als auch subjektiv.[61, 81, 89, 112, 113] Die Zufriedenheitsraten der Patienten liegen immer über 80%.[61, 81] Insgesamt kann man sagen, dass es zu einer gleichen Verbesserung bei schlechterer Ausgangslage der Schulterfunktion kommt. So haben vorherige Operationen keinen oder einen geringen Effekt auf die relative Verbesserung. Jedoch sind die Ergebnisse bei Revisionseingriffen schlechter vorhersehbar.

Häufig liegen die Gründe für schlechtere Ergebnisse bei Revisionsoperationen in höheren Komplikationsraten und häufigeren Re-Operationen. [81, 112] Kelly II et al. haben eine sehr hohe Komplikationsrate. In 15 Schultern (50%) traten Komplikationen auf. 7 davon benötigten eine oder mehr Re-Operationen. Trotz hoher Komplikationsraten waren 80% der Patienten zufrieden mit dem Ergebnis und 29 von 30 Prothesen waren stabil. [61] Das Ergebnis der Revisionsarthroplastik hängt auch von der Ursache des Versagens ab. Ein besonders hohes Risiko für schlechte Ergebnisse einer Revisionsarthroplastik bestehen bei präoperativer Glenoidinstabilität, Komplikationen der Tuberkula und Infektionen. [61]

Bei Versagen einer Hemi-Prothese stehen nicht viele Therapieoptionen zur Verfügung, die eine suffizienten Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung erzielen, insofern sind der Ergebnisse der inversen Prothese bei selektiver Patientenwahl vielversprechend.[74, 89]

4.4 Langzeitergebnisse

Unser Kollektiv wurde im Durchschnitt 1,46 Jahre nach Implantation der inversen Prothese nachuntersucht. Somit können lediglich die kurzfristigen Ergebnisse der inversen Prothese abgebildet werden. Im Folgenden werden drei Studien dargestellt, die sich mit den mittel- bis langfristigen Ergebnissen der inversen Prothese befassen.[37, 39, 47] Man sollte jedoch beachten, dass diese Studien, im Gegensatz zu unserem Kollektiv, keine oder nur einen Bruchteil an Patienten mit traumatischer Indikation enthalten. Explizite Studien bezüglich dieser Indikation im Langzeitverlauf fehlen bislang.

Guery et al. untersuchten die Ergebnisse von 80 inversen Schulterprothesen, sowie den Effekt der Ätiologie auf das Outcome. Das minimale Follow-up betrug 5 Jahre (Durchschnitt 69,6 Monate). Die Überlebensrate mit Austausch der Prothese als Endpunkt betrug 91% nach 10 Jahren, mit Glenoidverlust als Endpunkt 84%. Die Prothesen, die bei Rotatorenmanschettenruptur eingebaut wurden, hatten ein signifikant besseres Ergebnis, als die heterogene Gruppe anderer Ätiologien. Die heterogene Gruppe (rheumatoide Arthritis, Trauma, Revision) bestand nur aus 14 Patienten. Sieht man jedoch einen Constant Score von <30 Punkten als Endpunkt an, so ist die Überlebensrate nach 10 Jahren nur 58%. In diesem Punkt zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Ätiologien. Die Überlebenskurven der Prothesen weisen zwei signifikante Knickpunkte auf. Die frühe Lockerung nach 3 Jahren, gefolgt von einer stabilen Phase und dem zweiten Knick durch progredienten Funktionsverlust nach 6 Jahren.[47]

Auch Favard et al. untersuchten die längerfristigen Ergebnisse nach inverser Schulterprothetik und konnten die Ergebnisse von Guery et al. bestätigen. Sie untersuchten 464 Patienten mit einem Follow-up von mindestens 2 Jahren und 484 mit einem Follow-up von mindestens 5 Jahren (Durchschnitt: 7,5 Jahre). Es gab drei verschiedene ätiologische Gruppen (Defekarthropathie, massive Rotatorenmanschettenruptur, primäre Arthrose). Als Endpunkte wurden die Revision der Prothese und ein Constant Score von < 30 Punkten angesehen. 89% der Patienten benötigten innerhalb der ersten 10 Jahre keine Revision. Sie fanden die zwei entscheidenden Punkte der Überlebenskurven bei 2 und 9 Jahren. 12 Prothesen wurden innerhalb der ersten drei Jahre aufgrund von Infektionen revidiert. 13 Prothesen wurden aufgrund von Glenoidproblemen auf eine Hemi-Prothese revidiert. Der Zeitpunkt dieser Operation lag meist um das zweite Jahr nach der ursprünglichen Implantation. Die funktionellen Ergebnisse beginnen ab dem 8. Jahr zu sinken, was den zweiten Knick der Kurve erklärt. Des Weiteren treten nach dem 5. Jahr vermehrt radiologische Veränderungen auf. 72% der Patienten hatten nach 10 Jahren noch einen Constant Score > 30 Punkte. Gründe für die Verschlechterung nach 6-8 Jahren sind komplex. Es kann nicht alleine durch eine nachlassende Funktion des Deltamuskels erklärt werden. Auch hat das über Jahre zunehmende Notching in dieser Studie keinen Einfluss auf den Constant Score. Möglicherweise spielen minimale Lockerungen eine Rolle. [39]

Ek et al. hingegen fanden keine Abnahme der funktionellen Scores in einem Intervall von 10 Jahren. Einschränkend ist zu beachten, dass das Durchschnittsalter in diesem Kollektiv bei 60 Jahren (46-64 Jahre) lag. In der derzeitigen Praxis wird eine Implantation unter 65 Jahren nicht empfohlen und die meisten Vergleichskollektive haben ein deutlich höheres Durchschnittsalter. Insofern kann die Studie nur bedingt zu Vergleichen herangezogen werden. [37]

4.5 Anatomische Prothesen

Vor Einführung der inversen Prothese wurden bei dislozierten Mehrfragment-Frakturen, die mit winkelstabilen Platten nicht versorgt werden konnten, anatomische Prothesen eingebaut.

Vielversprechende Ergebnisse der Anfangszeit, nach Einführung der Prothese, konnten in der Folgezeit kaum reproduziert werden. Ein besonderes Problem stellt die Refixierung und Einheilung der Tuberkel an dem Prothesenschaft dar. Schlechte Ergebnisse sind vielfach mit Resorption-, Nicht- oder Fehleinheilung der Tuberkula vergesellschaftet. Die Resorptionsraten liegen je nach Studie bei 17%- 70% und die Dislokationsraten bei bis zu 50%. [100]

Ein Constant Score zwischen 50 und 60 Punkten bei anatomischen (Hemi-)Prothesen nach traumatischer Indikation wird in der Regel erreicht [67, 100, 105], wobei auch deutlich schlechtere Ergebnisse vorkommen. [44] Die anatomische Einheilung der Tuberkel beeinflusst in ganz entscheidendem Maß das funktionelle Outcome und die subjektive Zufriedenheit der Patienten. Nur 37,1% der Patienten hatten in einer Studie von Kralinger et al. eine korrekte Einheilung der Tuberkel (mit weniger als 5mm Verschiebung). Die Patienten bei denen die Tuberkel nicht- oder fehleingeheilt sind, waren signifikant älter und erreichen im Schnitt nur 49,2 Punkte, während sie bei erfolgter Einheilung durchschnittlich 64,0 Punkte im Constant Score erzielen. [67] Auch in anderen Studien zeigte sich das gleiche Prinzip. Der relevante prognostische Faktor ist die erforderliche Osteotomie des Tuberculum majus. Alle exzellenten oder guten Ergebnisse wurden bei Patienten erreicht, bei denen keine Osteotomie notwendig war. Alle Patienten, bei denen eine Osteotomie erforderlich war, erreichten keine Elevation über 90°. [15]

Verschiedene Studien zeigen, dass bei Hemiarthroplastik die Rate der schmerzfreien Patienten zwischen 60% und 90% liegt. [66, 105, 113] In der Studie von Kralinger et al. konnten zufriedenstellende Ergebnisse in Bezug auf Schmerzen erreicht werden (7,8% ernste Schmerzen, 13,2% moderate Schmerzen, 38,9% milde Schmerzen, 40,1% keine Schmerzen). [67] Gallinet et al. finden bei inversen Prothesen weniger Schmerzen als bei anatomischen Prothesen (13,1 von 15 Punkten versus 9,2 von 15 Punkten im Constant Score). [44]

Die aktive Elevation verbessert sich in den meisten Studien auf 85° bis 120°. [105, 113] Bei Kralinger et al. erreichen allerdings nur 41,9% der Patienten eine Elevation über 90°. [67]

Die in der Literatur immer wieder beschriebene Überlegenheit, bzw. bessere Kalkulierbarkeit der Ergebnisse der inversen Prothese gegenüber der anatomischen Prothese konnte von Gallinet et al. gezeigt werden. Die inverse Prothese lieferte signifikant bessere Ergebnisse in Bezug auf die Abduktion (Durchschnittlich 91° versus 60°), Elevation (97,5° versus 53,5°) und bei dem Constant

Score (53 versus 39 Punkte).[44] Die inverse Prothese zeigt jedoch eine im Vergleich zur anatomischen Prothese eingeschränkte Rotationsfähigkeit und geringere Kraftentfaltung.[44, 63]

In Zusammenschau der unterschiedlichen Studien scheint inverse Schulterendoprothetik im Durchschnitt gleichwertige aber verlässlichere Ergebnisse als die anatomische Prothese zu produzieren.[66, 106, 116] Boyle et al. finden sogar nach 5 Jahren bessere Ergebnisse zugunsten der inversen Prothese. [19] Bei der inversen Prothese kommt es selten zu Elevationswerten unter 90°, die besten Ergebnisse überschreiten selten 150°. Bei der Hemiprothetik kommen die beiden Extreme optimales Ergebnis und schlechtes Outcome viel häufiger vor.[105] Mit steigendem Alter sinken die Ergebnisse der anatomischen Prothese, bzw. die Patienten haben ein höheres Risiko für nicht einheilende Tuberkula.[67] Eine häufige Komplikation der Hemi-Prothese ist der der Prothesenhochstand (akromiohumeraler Abstand < 7mm). Dies geht mit einem deutlich eingeschränkten Bewegungsausmaß und verringerter Kraft einher.[34] Ein weiterer Vorteil der inversen Prothese liegt in der besonders für ältere Menschen wichtigen frühzeitigen Belastbarkeit und somit frühzeitigen Rückkehr in die Selbstständigkeit. Auch in Sachen Schmerzreduktion scheint die inverse Prothese der anatomischen überlegen zu sein.

Berücksichtigung bei der Wahl zwischen der anatomischen und der inversen Prothese nach proximaler Humerusfraktur sollte auch die Tatsache finden, dass die Wahrscheinlichkeit einer Rotatorenmanschettenruptur aufgrund einer Fraktur des proximalen Humerus bei 13% liegt- zusätzlich zu dem Risiko einer nichttraumatischen Ruptur von jährlich 1,1% ab 60 Jahren. 4-Fragment-Frakturen haben eine signifikante Assoziation mit einer kompletten Rotatorenmanschettenruptur.[7] Je nach Frakturmorphologie, Untersuchungsverfahren, und Alter des Patienten liegt die Prävalenz in anderen Artikeln zwischen 5% und >50%, wobei die Bedeutung für das Outcome nicht abschließend geklärt ist.[99] Sicher ist jedoch das Rotatorenmanschettenläsionen für persistierende Schmerzzustände im Langzeitverlauf nach operativer Therapie ursächlich sein können. Auch gehen komplexere Frakturen mit einem größeren Ausmaß an Sehnenläsionen einher. [99]

4.6 Osteosynthetische Verfahren

Für die Behandlung von 3- und 4 Fragmentfrakturen kommen auch osteosynthetische Verfahren zur Anwendung. Vergleiche zwischen winkelstabiler Plattenosteosynthese und Hemiarthroplastik bei 3-/4-Fragment-Frakturen zeigen deutlich bessere Ergebnisse zugunsten der winkelstabilen Platte.[34, 107] Solberg et al. finden in der Gruppe mit winkelstabiler Platte mehr als 10 Punkte bessere Constant-Score Werte.[107] Auch Dietrich et al. finden deutlich bessere Ergebnisse in der

winkelstabilen Gruppe (Median 71 versus 41 Punkte; 91% versus 64%).[34] Ruchholtz et al. fanden sechs Monate nach Versorgung mittels winkelstabiler Platte einen durchschnittlichen Constant Score von 58,8 Punkten. Der Constant Score wurde maßgeblich von der Frakturform beeinflusst: 2-Fragment-Frakturen hatten einen Constant Score von 83,7 Punkten, 3-Fragment-Frakturen 64,3 Punkte und 4-Fragment Frakturen 59,5 Punkte.[97] Auch in anderen Studien zeigt sich diese Tendenz.[62, 111] Auch die Komplikationsrate steigt abhängig von der Frakturkomplexität deutlich an. Voigt et al. finden eine Komplikationsrate von 12,5% bei 2-Fragment-Frakturen, 20% bei 3-Fragment-Frakturen und 100% bei 4-Fragment-Frakturen. [111] Vergleiche der Komplikationsrate bei anatomischem Protheseneinbau und winkelstabiler Plattenosteosynthese zeigen eine höhere Komplikationsrate in der Gruppe der winkelstabilen Platten. Neben der Komplikationsrate ist auch die Revisionsrate bei winkelstabilen Platten mit 6% bis 25% sehr hoch, sowie im Vergleich zur anatomischen Prothese deutlich höher.[34, 62, 97] Auch Owsley et al. kommen zu hohen Komplikationsraten verbunden mit einem schlechteren Outcome in dem sogenannten „Risikokollektiv“ des älteren Patienten mit verminderter Knochendichte.[90] Bezüglich der Schmerzen zeigen sich keine Unterschiede im Vergleich zwischen winkelstabiler Platte und anatomischer Prothese.[34] Bei Ruchholtz et al. betrug der VAS Schmerzwert nach winkelstabiler Plattenosteosynthese durchschnittlich 2,7 nach 6 Monaten.[97] Unser untersuchtes Kollektiv erreicht hier mit 2,06 einen ganz leicht besseren Wert.

Sollte eine stabile Rekonstruktion der Tuberkula möglich sein, so ist eine Osteosynthese der prothetischen Versorgung vorzuziehen, da sie deutlich bessere Ergebnisse liefert. [107, 111] Bei unklarer Situation und schlechten Knochenverhältnissen des älteren Menschen ist aufgrund der äußerst hohen Komplikations- und Revisionsrate eine prothetische Versorgung zu empfehlen. [62, 111]

In Sachen Stabilität ist der Marknagel der lateral angebrachten Platte überlegen. Zusätzlich handelt es sich um eine gewebeschonende Implantation, sofern eine geringe Dislokation vorliegt oder eine geschlossene Reposition erfolgreich ist. Auch bei stark osteoporotischem Knochen ist am Humeruskopf ausreichend knöcherne Substanz vorhanden. Es werden sehr gute Constant Score Werte von 72,4 Punkten erreicht (98,8% alters- und geschlechtsadaptierter Score). Auch bei geriatrischen Patienten in hohem Alter finden sich in der Literatur 1 Jahr nach Operation gute Ergebnisse mit 80-90% der gesunden Seite.[92] Auch bei dieser Form der Osteosynthese findet sich allerdings eine hohe Komplikationsrate. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass das Verfahren gerade für osteoporotische Frakturen des älteren Patienten geeignet ist. Es ist auch für dislozierte und Luxationsfrakturen geeignet, sofern das Kalottenfragment intakt ist. Nicht anwendbar ist das Verfahren jedoch bei Head-split Frakturen.[92] Mittelmeier et al. und Trapp et al. kamen zu ähnlich

guten 1-Jahres-Ergebnissen nach Implantation eines Humerusnagels. Es zeigt sich analog zu den winkelstabilen Platten eine Abnahme des Constant Score bei komplexeren Frakturen. Gleichzeitig stieg mit der Komplexität der Fraktur auch die Zahl der Komplikationen.[83, 109]

Der Marknagel stellt ein gutes Verfahren dar, erreicht bei komplexeren Frakturen, wie auch die winkelstabile Platte, seine Grenzen. Aufgrund der schlechteren Ergebnisse, höheren Komplikations- und Revisionsraten bei steigender Frakturkomplexität ist die osteosynthetische Versorgung keine sinnvolle Alternative für das von uns betrachtete Kollektiv geriatrischer Patienten mit komplexer proximaler Humerusfraktur.

4.7 Konservative Behandlung

Eine alternative Versorgungsmöglichkeit für komplexe proximale Humerusfrakturen stellt die konservative Behandlung dar. Court-Brown et al. fanden in ihrer Untersuchung, dass nur 7,4% aller Frakturen des proximalen Humerus des erwachsenen Menschen operativ behandelt werden. Die konservative Behandlung stellt damit das am weitesten verbreitete Verfahren dar, auch wenn mit dem Alter die Zahl der operativ behandelten Patienten ansteigt.[28] Eine konservative Behandlung beinhaltet eine ausreichende Analgesie, so dass eine frühfunktionelle Behandlung möglich ist. Initial kann eine Ruhigstellung im Gilchrist-Verband für einige Tage erfolgen. Die konservative Therapie stellt eine einfache, nichtinvasive und sichere Behandlungsoption dar. Auch werden akzeptable Ergebnisse dieser Therapie auch bei komplexen Mehrfragment-Frakturen berichtet.[30, 51, 86, 87]

2011 veröffentlichten Olerud et al. eine prospektive randomisierte Studie, in der sie Hemiarthroplastik mit konservativer Therapie bei 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus verglichen.[86] Zur gleichen Zeit veröffentlichten sie auch eine weitere prospektiv randomisierte Studie, in der die Therapie mittels winkelstabiler Platte mit der konservativen Therapie bei 3-Fragment-Frakturen verglichen wurde.[87] Beide Studien konnten keine Überlegenheit der operativen Therapie nachweisen. Zwar zeigt sich in der zuletzt genannten Studie eine leicht bessere Tendenz des Bewegungsausmaßes und der Funktion zugunsten der winkelstabilen Platte (Flexion: 120° vs. 111°; Abduktion: 114° vs. 106°; Constant Score: 61 vs. 58 Punkte), jedoch ist der Unterschied nicht signifikant. Zwar heilten nur 14% der konservativ behandelten Frakturen in einer anatomischen Position, dennoch sind die Ergebnisse vergleichsweise gut. Des Weiteren waren in der Gruppe der winkelstabilen Platten 30% Re-Operationen innerhalb des 2-Jahres-Follow-up notwendig (13% schwerwiegende Komplikationen/Operationen und 17% leichtere). Eine Osteosynthese mit einem leicht besseren Outcome bei erheblichem Komplikationsrisiko, ist insofern nur bei fitten Patienten mit hohem Aktivitätsanspruch gerechtfertigt.[87]

Beim Vergleich der 4-Fragment-Fraktur Behandlung wurden 55 Patienten mit einem mittleren Alter von 77 Jahren eingeschlossen. Ausgeschlossen wurden Patienten die eine Luxations- oder Valgusimpaktionsfraktur hatten. Die konservative Behandlung bestand aus einer 2-wöchigen Schlingen- Immobilisation, gefolgt von Pendelübungen und passive Bewegungen bis 90° Elevation und Abduktion unter physiotherapeutischer Kontrolle ab der zweiten Woche. Ab der zweiten Woche durften die Patienten den Arm nach eigenem Ermessen verwenden und freier aktiver Bewegungsausmaß war ab der vierten Woche erlaubt. Das Outcome nach zwei Jahren zeigt, dass die Hemiarthroplastik Gruppe besser abschneidet in Bezug auf Schmerzen auf der VAS (15 vs. 25 – Es wurde eine Skala von 0 bis 100 verwendet) und bei dem DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)-Score. Es zeigten sich keine Unterschiede im Constant Score und bei dem Bewegungsausmaß. Beide Gruppen erreichten eine Elevation von 90-95° und eine Abduktion von 85-90°, sowie einen Constant Score von 48 Punkten in der Hemiarthroplastik Gruppe und 50 Punkten in der konservativen Gruppe. Auch die Rate für weitergehende Operationen war in beiden Gruppen niedrig (3 Patienten in der Hemiarthroplastik Gruppe und 1 Patient in der konservativ behandelten Gruppe). Bei der radiologischen Kontrolle war nur eine Fraktur der konservativen Gruppe in anatomischer Position verheilt. Einen Vorteil der Hemiarthroplastik sehen die Autoren in der besseren Schmerzreduktion.[86]

In einer Studie von Hanson et al. wurden 160 Patienten ein Jahr nach funktionell konservativer Behandlung einer proximalen Humerusfraktur nachuntersucht. Ein durchschnittlicher Constant Score von 74 Punkten nach einem Jahr und eine mittlere Differenz von 8,2 Punkten im Vergleich zur Gegenseite wurde erreicht. Der Constant Score wurde nicht stark von der Schwere der Fraktur beeinflusst. Hingegen sank der Constant Score kontinuierlich leicht mit steigendem Alter ab. Das Risiko für Nicht-Zusammenwachsen betrug 7%, wobei das Risiko für Raucher 5,5 fach erhöht ist. 4 Patienten mussten sich einer operativen Therapie unterziehen und 5 Patienten bekamen eine subacromiale Dekompression. Ein durchschnittlicher Constant Score von 74 Punkten nach einem Jahr wurde erreicht. Allerdings hatten nur 16% der Patienten eine 3- oder 4 Fragment Fraktur. Eingeschlossen wurden nur Patienten, die für eine konservative Therapie passend erachtet wurden. Diese Selektion relativiert die Ergebnisse der Studie.[51]

Auch wenn es derzeit keinen direkten Vergleich zwischen der inversen Prothese und der konservativen Therapie gibt scheint in Anbetracht der Studienlage eine konservative Therapie eine sinnvolle Alternative zur inversen Prothese beim älteren Menschen zu sein. Bei Versagen der konservativen Therapie mit persistierenden Schmerzen oder sekundären Dislokationen wäre ein Einbau der inversen Prothese immer noch, wenn auch mit leicht schlechterem Ergebnis als bei

primärem Einbau, möglich. So enthielt unsere sekundäre Gruppe auch vier Patienten, die nach Versagen der konservativen Therapie eine inverse Prothese implantiert bekamen.

4.8 Einsatz der inversen Prothese

In Anbetracht der hohen Anzahl an proximalen Humerusfrakturen ist es notwendig fundierte Therapieregeln für die unterschiedlichen Frakturen zu etablieren. Dies ist auf Basis der vorhandenen Studienlage nicht möglich.

Einig sind sich die Autoren, dass die Indikation der inversen Prothese beschränkt bleiben sollte. Die Indikationen beinhalten Patienten > 65 Jahren, außer in begründeten Ausnahmefällen, bei osteoporotischen Knochenverhältnissen, multiple Komorbiditäten, Patienten mit langjährigem Tabakabusus [66, 72] Es sollten nur Patienten >65 Jahre mit einer inversen Prothese versorgt werden, aufgrund der möglichen Abnahme des funktionellen Outcome, sowie der eingeschränkten Revisionsmöglichkeit.[23] Des Weiteren sollte die inverse Prothese für Patienten verwendet werden, die keinen absolut hohen Aktivitätsanspruch haben, für die aber eine schnelle Rückkehr in den gewohnten Alltag wichtig ist.

Ursprünglich kam es zum Einsatz der inversen Prothese bei schwieriger oder unmöglicher Tuberkelrefixation. Heute geht der Trend in die Richtung des Versuchs die Tuberkel zu refixieren, um eine bessere Rotationsfähigkeit zu erhalten. Kommt es nicht zu einem Einheilen, so ist die Situation die gleiche wie bei der ursprünglichen Entwicklung des Designs. [65, 110]

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Entscheidung zur inversen Prothese wenn möglichst früh getroffen werden sollte, da sich bei primärer Implantation doch tendenziell bessere Ergebnisse finden.

Für die komplexe osteoporotische Fraktur des alten Menschen stellt derzeit nur die konservative Behandlung eine gute Alternative dar. Die Frage wann eine konservative Therapie zu empfehlen ist und wann eine OP- Indikation gegeben ist, ist noch unzureichend geklärt. Krettek und Wiebking haben ein Schema für die Medizinische Hochschule Hannover entwickelt, dass als absolute OP- Indikationen nur Luxationsfrakturen, Headsplitfrakturen, offener Weichteilschaden, pathologische Frakturen oder nicht reponierbare Schaftdislokationen > 50% ansieht. Eine Grauzone stellen Patienten < 60 Jahre mit gering dislozierter oder dislozierter Fraktur dar.[68]

Weitere Studien, speziell prospektiv randomisierte mit Vergleichen zwischen inversen Prothesen und konservativer Behandlung und langem Follow-up sind nötig, um fundierte Aussagen über die differenzierte Behandlung proximaler Humerusfrakturen zu treffen.

4.9 Limitierung der Studie

Das mittlere Nachuntersuchungsintervall in unserer Studie betrug 1,46 Jahre. Somit können lediglich die kurzfristigen Ergebnisse der Inversen Schulterprothesenimplantation abgebildet werden. Es ist folglich nicht möglich Rückschlüsse über Verbesserungen im Langzeitverlauf oder mögliche Verschlechterungen nach einigen Jahren zu ziehen. Das Follow-up der Patienten erfolgte auch nicht zu standardisierten Zeitpunkten. Auch ist das Patientenkollektiv mit insgesamt 30 Patienten relativ klein. Dennoch bildet es die Ergebnisse eines einzigen Zentrums über einen kleinen Zeitraum ab. Ein weiterer Nachteil ist das retrospektive Studiendesign. Die Patienten wurden der jeweiligen Gruppe retrospektiv zugeteilt und es wurden keine präoperativen Werte erhoben. Auch lassen sich keine Aussagen über das Aktivitätsniveau des Patienten vor dem Trauma treffen. Eigene Aussagen der Patienten mögen diesbezüglich verzerrt sein. Da die inverse Prothese für die traumatische Indikation in Marburg 2008 eingeführt wurde, enthält das Kollektiv die ersten Patienten, die auf diese Weise versorgt wurden. Somit enthält das Kollektiv auch sicherlich eine Lernkurve der Operateure. Da das Kollektiv auch sehr viele alte Patienten enthielt, die zum Teil im Altersheim leben ist die Verlässlichkeit der Angaben die die Patienten in den subjektiven Fragebögen machen, aufgrund einer möglichen vorherrschenden Demenz zum Teil in Frage zu stellen. Es wurde darauf geachtet in solchen Fällen die Angaben mit dem Eindruck des Pflegepersonals abzustimmen, dennoch stellt dies keine perfekte Situation dar. Dennoch bildet unsere Untersuchung das Spektrum der Patienten die eine inverse Prothese erhalten gut ab, da bis auf verstorbene Patienten und eine unauffindbar verzogene Patientin alle Patienten an der Studie teilgenommen haben. Es kommt somit zu keiner Verzerrung der Ergebnisse, da immobile Patienten nicht den Weg zur Klinik auf sich nehmen, um an der Studie teilzunehmen. Diese Patienten wurden durch einen Hausbesuch in die Studie aufgenommen und so kam, für ein einzelnes Zentrum, ein recht großes Kollektiv zustande.

5. Zusammenfassung

Es wurden 30 Patienten nachuntersucht, die im Zeitraum von 01/2008 bis 02/2011 eine inverse Prothese nach traumatischer Indikation in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Marburg erhalten haben. Die Patienten wurden aufgeteilt in eine Gruppe, die die inverse Prothese als primäre Versorgung erhalten hat (19 Patienten) und eine sekundäre Gruppe, die die inverse Prothese nach Versagen einer Osteosynthese oder Versagen der konservativen Therapie erhalten hat (11 Patienten). Ziel der Studie war es die klinischen Ergebnisse dieser Patienten abzubilden und ein Vergleich der beiden Gruppen durchzuführen. Das mittlere Lebensalter des Gesamtkollektivs betrug 76 Jahre. Die Patienten wurden im Schnitt 1,46 Jahre nach Implantation der inversen Prothese nachuntersucht. Das Outcome der Patienten wurde anhand des ASES-, Constant - und Oxford Shoulder Score erhoben, sowie der funktionellen Ergebnisse bei der Elevation und Abduktion und die Schmerzangaben auf der Visuellen Analogskala.

Es zeigen sich stets leicht bessere Ergebnisse in der Gruppe der primär implantierten Prothesen.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug der durchschnittliche Schmerzwert auf der VAS 1,84 bei primärem Einbau und 2,06 bei sekundärem Einbau, wobei etwa die Hälfte der primär operierten keinerlei Schmerzen angibt (52,6%) und etwa ein Drittel der sekundär operierten (36,4%). Auch beim ASES- Score zeigt sich ein geringfügig besseres Ergebnis der primären Gruppe (60,8 Punkte versus 57,4). Bei primärem Einbau erreichen die Patienten einen Constant Score von 41, 1 Punkten, bei sekundärem Einbau 33,9 Punkten. Funktionell erreichen die primär operierten Patienten eine Abduktion von 80° und eine Elevation von 83°, die sekundär operierten eine Abduktion von 74° und eine Elevation von 71°. Insgesamt beträgt die Differenz zur gesunden Seite bei der Abduktion und der Elevation jeweils zwischen 60° und 70°. Auch bei dem Oxford Shoulder Score erreicht die primäre Gruppe einen leicht besseren Wert (primär: 28,7 Punkte versus sekundär: 31,4 Punkte).

In der Literaturübersicht zeigen vergleichbare Studien ähnliche bis deutlich bessere Ergebnisse nach Implantation einer inversen Prothese. Insbesondere die Kraftmessung des Constant Score wurde häufig uneinheitlich gehandhabt und stellt somit einen Diskussionspunkt dar. Ein direkter Vergleich der unterschiedlichen Studien ist somit nicht uneingeschränkt möglich. Die Mehrheit aller Studien kommt zu dem Schluss, dass die inverse Prothese eine verlässliche Alternative für komplexe proximale Humerusfrakturen des älteren Patienten mit osteoporotischem Knochen darstellt. Es wird eine deutliche Schmerzreduktion bis Schmerzfreiheit erreicht bei funktionell suffizientem Bewegungsausmaß. Eingeschränkt bleibt die Rotationsfähigkeit der Patienten, wobei hier neue Verfahren entwickelt werden, um diese zu verbessern. In Bezug auf das Operationsverfahren zeigt

sich, dass aktuell der Trend besteht die Tuberkel an der Prothese zu fixieren, um ein größeres Bewegungsausmaß zu erzielen. Die Komplikationsrate liegt in fast allen Studien bei 20-30%.

Aufgrund der möglichen Verschlechterung der funktionellen Ergebnisse im Langzeitverlauf, sowie der eingeschränkten Revisionsmöglichkeiten sollte die Indikation zur inversen Prothese nur für Patienten > 65 Jahre gestellt werden.

Die größte Schwierigkeit in der Behandlung der proximalen Humerusfraktur liegt darin, dass richtige Therapieverfahren für den jeweiligen Patienten zu finden. Die Entscheidung muss hierbei immer individuell gefällt werden. Die inverse Prothese stellt bei komplexen Frakturen und Therapieversagern eine verlässliche Option dar.

Abstract:

We examined 30 patients, who received a reverse shoulder arthroplasty (RSA) for trauma indication at the university hospital of Marburg between 01/2008 and 02/2011. The patients were divided into two groups: The first group (19 patients) received RSA immediately after trauma, the second group (11 patients) got RSA after failure of either osteosynthesis or conservative treatment. The aim of the study was to picture the clinical results and to compare both groups. The mean age was 76 years. The mean follow-up was 1,46 years.

ASES-, Constant- and Oxford Shoulder Score were evaluated.

In each parameter we found slightly better results in the group of primary implanted RSA. VAS pain score was 1,84 with primary implementation, versus 2,06 in the secondary group. Half of the primary operated patients had no pain (52,6%) and a third of the secondary operated ones (36,4%).

Furthermore the ASES- and Constant score show better results for the primary group (ASES: 60,8 points vs. 57,4 points, Constant: 41,1 points vs. 33,9 points).

Range of motion demonstrates the same tendency. Mean abduction of 80° and mean elevation of 83° is achieved by the primary operated group, versus 74° and 71° respectively in the secondary group.

Altogether the difference compared with the unaffected arm is 60° to 70°.

The Oxford Shoulder Score shows a slightly better result in the primary group (28,7 points vs. 31,4 points).

Regarding the literature, comparable studies show similar or considerably better results after RSA for trauma indication. Especially measurement of strength as a part of the Constant score is handled differently. Therefore a direct comparison of different studies should be done with caution.

The majority of all studies claim RSA a reliable option for complex proximal humeral fractures in the elderly with osteoporotic bone conditions. A significant pain reduction is achieved with a sufficient functional outcome. Overall it is a reliable procedure with pain relief and predictable improvements in range of motion (ROM). Rotation remains limited, but there have been new promising procedures developed to improve especially external rotation. Currently there is a trend towards refixation of the tubercles.

Complication rates are noted 20- 30%.

Due to the possible decline of functional outcome in the long-term outcome and the missing escape procedures indication for RSA should be limited to patients older than 65 years.

The challenge in treatment of proximal humeral fractures is to find the right treatment for the individual patient. RSA is a reliable option for complex proximal humeral fractures and failure of other treatments.

6. Literaturverzeichnis

1. AO Klassifikation aus AO Manual. vol 2011. Müller et al
2. DePuy Orthopädie GmbH Produktbroschüre Delta Xtend.
3. Firma Zimmer Protheseninformation - Zimmer Anatomical Schulter Inverse/Reverse.
4. Produktinformation der Firma Zimmer: Trabecular Metal™Glenoidverankerung für das Anatomical Shoulder™ Inverse/Reverse System.
5. Affonso J, Nicholson GP, Frankle MA et al. (2012) Complications of the reverse prosthesis: prevention and treatment. Instr Course Lect 61:157-168
6. Alta TD, Veeger HE, Janssen TW et al. (2012) Are Shoulders with A Reverse Shoulder Prosthesis Strong Enough? A Pilot Study. Clin Orthop Relat Res
7. Bahrs C, Rolaufts B, Stuby F et al. (2010) Effect of proximal humeral fractures on the age-specific prevalence of rotator cuff tears. J Trauma 69:901-906
8. Baierlein (2011) Frakturklassifikationen. Georg Thieme Verlag KG
9. Baker P, Nanda R, Goodchild L et al. (2008) A comparison of the Constant and Oxford shoulder scores in patients with conservatively treated proximal humeral fractures. J Shoulder Elbow Surg, vol 17 United States, pp 37-41
10. Bastian JD, Hertel R (2008) Initial post-fracture humeral head ischemia does not predict development of necrosis. J Shoulder Elbow Surg 17:2-8
11. Bell JE, Leung BC, Spratt KF et al. (2011) Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly. J Bone Joint Surg Am 93:121-131
12. Boileau P, Chuinard C, Roussanne Y et al. (2008) Reverse shoulder arthroplasty combined with a modified latissimus dorsi and teres major tendon transfer for shoulder pseudoparalysis associated with dropping arm. Clin Orthop Relat Res 466:584-593
13. Boileau P, Krishnan SG, Tinsi L et al. (2002) Tuberosity malposition and migration: reasons for poor outcomes after hemiarthroplasty for displaced fractures of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg 11:401-412
14. Boileau P, Rumian AP, Zumstein MA (2010) Reversed shoulder arthroplasty with modified L'Episcopo for combined loss of active elevation and external rotation. J Shoulder Elbow Surg 19:20-30
15. Boileau P, Trojani C, Walch G et al. (2001) Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg, vol 10 United States, pp 299-308
16. Boileau P, Watkinson D, Hatzidakis AM et al. (2006) Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 15:527-540
17. Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM et al. (2005) Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. J Shoulder Elbow Surg 14:147S-161S
18. Boughebi O, Kilinc A, Valenti P (2013) Reverse shoulder arthroplasty combined with a latissimus dorsi and teres major transfer for a deficit of both active elevation and external rotation. Results of 15 cases with a minimum of 2-year follow-up. Orthop Traumatol Surg Res 99:131-137
19. Boyle MJ, Youn SM, Frampton CM et al. (2013) Functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty compared with hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. J Shoulder Elbow Surg 22:32-37
20. Brunner U. KS (2007) Schulterendoprothetik bei posttraumatischen Deformitäten durch Frakturfolgen. Der Orthopäde 36:1037-1049
21. Bufquin T, Hersan A, Hubert L et al. (2007) Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. J Bone Joint Surg Br 89:516-520

22. Carrerra Eda F, Wajnsztejn A, Lenza M et al. (2012) Reproducibility of three classifications of proximal humeral fractures. *Einstein (Sao Paulo)* 10:473-479
23. Cazeneuve JF, Cristofari DJ (2010) The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. *J Bone Joint Surg Br* 92:535-539
24. Clark JC, Ritchie J, Song FS et al. (2012) Complication rates, dislocation, pain, and postoperative range of motion after reverse shoulder arthroplasty in patients with and without repair of the subscapularis. *J Shoulder Elbow Surg* 21:36-41
25. Conboy VB, Morris RW, Kiss J et al. (1996) An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br* 78:229-232
26. Constant CR, Gerber C, Emery RJ et al. (2008) A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 17:355-361
27. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*:160-164
28. Court-Brown CM, Aitken S, Hamilton TW et al. (2010) Nonoperative fracture treatment in the modern era. *J Trauma* 69:699-707
29. Court-Brown CM, Caesar B (2006) Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*, vol 37 Netherlands, pp 691-697
30. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM (2001) The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 72:365-371
31. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A (1996) Questionnaire on the perceptions of patients about shoulder surgery. *J Bone Joint Surg Br* 78:593-600
32. Dawson J, Hill G, Fitzpatrick R et al. (2001) The benefits of using patient-based methods of assessment. Medium-term results of an observational study of shoulder surgery. *J Bone Joint Surg Br* 83:877-882
33. Dawson J, Rogers K, Fitzpatrick R et al. (2009) The Oxford shoulder score revisited. *Arch Orthop Trauma Surg* 129:119-123
34. Dietrich M, Meier C, Lattmann T et al. (2008) [Complex fracture of the proximal humerus in the elderly. Locking plate osteosynthesis vs hemiarthroplasty]. *Chirurg* 79:231-240
35. Dr. R. Großstück TC, O. Deml, T. Handschuh, S. Brodt, G.O. Hofmann (1.06.2008) Standards in der Endoprothetik nach Gelenkverletzungen. *Trauma und Berufskrankheit* 2008/2:155-170
36. Edwards TB, Williams MD, Labriola JE et al. (2009) Subscapularis insufficiency and the risk of shoulder dislocation after reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 18:892-896
37. Ek ET, Neukom L, Catanzaro S et al. (2013) Reverse total shoulder arthroplasty for massive irreparable rotator cuff tears in patients younger than 65 years old: results after five to fifteen years. *J Shoulder Elbow Surg*
38. Farshad M, Gerber C (2010) Reverse total shoulder arthroplasty-from the most to the least common complication. *Int Orthop*
39. Favard L, Levigne C, Nerot C et al. (2011) Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time? *Clin Orthop Relat Res* 469:2469-2475
40. Flatow EL, Harrison AK (2011) A history of reverse total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 469:2432-2439
41. Frangen TM, Muller EJ, Dudda M et al. (2007) Proximal humeral fractures in geriatric patients. Is the angle-stable plate osteosynthesis really a breakthrough? *Acta Orthop Belg* 73:571-579
42. Frankle M, Levy JC, Pupello D et al. (2006) The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. a minimum two-year follow-up study of sixty patients surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 88 Suppl 1 Pt 2:178-190
43. Gallinet D, Adam A, Gasse N et al. (2013) Improvement in shoulder rotation in complex shoulder fractures treated by reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 22:38-44
44. Gallinet D, Clappaz P, Garbuio P et al. (2009) Three or four parts complex proximal humerus fractures: hemiarthroplasty versus reverse prosthesis: a comparative study of 40 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 95:48-55

45. Gerber C, Hersche O, Berberat C (1998) The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elbow Surg* 7:586-590
46. Grassi FA, Murena L, Valli F et al. (2009) Six-year experience with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 17:151-156
47. Guery J, Favard L, Sirveaux F et al. (2006) Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. *J Bone Joint Surg Am* 88:1742-1747
48. Gumina S, Giannicola G, Albino P et al. (2011) Comparison between two classifications of humeral head fractures: Neer and AO-ASIF. *Acta Orthop Belg* 77:751-757
49. Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch PH (2010) *Schulterchirurgie*. München
50. Handoll HH, Ollivere BJ (2010) Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*:CD000434
51. Hanson B, Neidenbach P, de Boer P et al. (2009) Functional outcomes after nonoperative management of fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, vol 18 United States, pp 612-621
52. Harvie P, Pollard TC, Chennagiri RJ et al. (2005) The use of outcome scores in surgery of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 87:151-154
53. Hertel R (2005) Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone. *Osteoporos Int* 16 Suppl 2:S65-72
54. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M et al. (2004) Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 13:427-433
55. Hettrich CM, Boraiah S, Dyke JP et al. (2010) Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 92:943-948
56. Hirzinger C, Tauber M, Resch H (2011) [Proximal humerus fracture: new aspects in epidemiology, fracture morphology, and diagnostics]. *Unfallchirurg* 114:1051-1058
57. Huber W, Hofstaetter JG, Hanslik-Schnabel B et al. (2004) The German version of the Oxford shoulder score—cross-cultural adaptation and validation. 531-536
58. Jaeger M, Maier D, Izadpanah K et al. (2011) [Limitations of reconstruction - prostheses]. *Unfallchirurg* 114:1068-1074
59. Jain N, Pietrobon R, Hocker S et al. (2004) The relationship between surgeon and hospital volume and outcomes for shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 86-A:496-505
60. Kannus P, Palvanen M, Niemi S et al. (2009) Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone* 44:656-659
61. Kelly JD, 2nd, Zhao JX, Hobgood ER et al. (2012) Clinical results of revision shoulder arthroplasty using the reverse prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg*
62. Kettler M, Biberthaler P, Braunstein V et al. (2006) [Treatment of proximal humeral fractures with the PHILOS angular stable plate. Presentation of 225 cases of dislocated fractures]. *Unfallchirurg* 109:1032-1040
63. Kilic M, Berth A, Blatter G et al. (2010) Anatomic and reverse shoulder prostheses in fracture sequelae of the humeral head. *Acta Orthop Traumatol Turc* 44:417-425
64. Kirkley A, Griffin S, Dainty K (2003) Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 19:1109-1120
65. Klein M, Juschka M, Hinkenjann B et al. (2008) Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Trauma* 22:698-704
66. Kontakis G, Tosounidis T, Galanakis I et al. (2008) Prosthetic replacement for proximal humeral fractures. *Injury* 39:1345-1358
67. Kralinger F, Schwaiger R, Wambacher M et al. (2004) Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients. *J Bone Joint Surg Br* 86:217-219

68. Krettek C, Wiebking U (2011) [Proximal humerus fracture: is fixed-angle plate osteosynthesis superior to conservative treatment?]. *Unfallchirurg* 114:1059-1067
69. Ladermann A, Lubbeke A, Collin P et al. (2011) Influence of surgical approach on functional outcome in reverse shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 97:579-582
70. Lanting B, MacDermid J, Drosdoweck D et al. (2008) Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities. *J Shoulder Elbow Surg* 17:42-54
71. Lawrence TM, Ahmadi S, Sanchez-Sotelo J et al. (2012) Patient reported activities after reverse shoulder arthroplasty: part II. *J Shoulder Elbow Surg*
72. Lenarz C, Shishani Y, McCrum C et al. (2011) Is reverse shoulder arthroplasty appropriate for the treatment of fractures in the older patient? Early observations. *Clin Orthop Relat Res* 469:3324-3331
73. Levigne C, Boileau P, Favard L et al. (2008) Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 17:925-935
74. Levy J, Frankle M, Mighell M et al. (2007) The use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Bone Joint Surg Am* 89:292-300
75. Levy JC, Badman B (2011) Reverse shoulder prosthesis for acute four-part fracture: tuberosity fixation using a horseshoe graft. *J Orthop Trauma* 25:318-324
76. Lill H (2006) Die proximale Humerusfraktur: Neue Techniken, neue Implantate - Tipps und Tricks. Thieme Stuttgart
77. Lill H, Bewer A, Korner J et al. (2001) [Conservative treatment of dislocated proximal humeral fractures]. *Zentralbl Chir* 126:205-210
78. Majed A, Macleod I, Bull AM et al. (2011) Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg* 20:1125-1132
79. Martinez AA, Bejarano C, Carbonel I et al. (2012) The treatment of proximal humerus nonunions in older patients with the reverse shoulder arthroplasty. *Injury*
80. Martinez AA, Calvo A, Bejarano C et al. (2012) The use of the Lima reverse shoulder arthroplasty for the treatment of fracture sequelae of the proximal humerus. *J Orthop Sci*
81. Melis B, Bonneville N, Neyton L et al. (2012) Glenoid loosening and failure in anatomical total shoulder arthroplasty: is revision with a reverse shoulder arthroplasty a reliable option? *J Shoulder Elbow Surg* 21:342-349
82. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ (2002) American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: Reliability, validity, and responsiveness. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons ... [et al.]* 11:587-594
83. Mittlmeier T, Arndt D, Beck M et al. (2007) Komplikationen der Nagelosteosynthese am proximalen Humerus. *Trauma und Berufskrankheit*:S61-S68
84. Neer CS, 2nd (1970) Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52:1077-1089
85. Norris TR, Green A, McGuigan FX (1995) Late prosthetic shoulder arthroplasty for displaced proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 4:271-280
86. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S et al. (2011) Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 20:1025-1033
87. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S et al. (2011) Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 20:747-755
88. Olley LM, Carr AJ (2008) The use of a patient-based questionnaire (the Oxford Shoulder Score) to assess outcome after rotator cuff repair. *Ann R Coll Surg Engl* 90:326-331
89. Ortmaier R, Resch H, Matis N et al. (2013) Reverse shoulder arthroplasty in revision of failed shoulder arthroplasty-outcome and follow-up. *Int Orthop* 37:67-75

90. Owsley KC, Gorczyca JT (2008) Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am* 90:233-240
91. Palvanen M, Kannus P, Niemi S et al. (2006) Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 442:87-92
92. R. B, o.M. T, V. B (2007) Versorgung instabiler proximaler Humerusfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit*:54-60
93. Rasmussen S, Hvass I, Dalsgaard J et al. (1992) Displaced proximal humeral fractures: results of conservative treatment. *Injury* 23:41-43
94. Reitman RD, Kerzhner E (2011) Reverse shoulder arthroplasty as treatment for comminuted proximal humeral fractures in elderly patients. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 40:458-461
95. Richards RR, Chairman K.-N.A., Bigliani L.U., Friedman R.J., Gartsman G.M., Gristina A.G., Iannotti J.P., Van Mow C., Sidles J.A., Zuckerman J.D. (Nov./Dez. 1994) A standardized method for the assessment of shoulder function. vol 3. *J. Shoulder Elbow Surg.*, pp 347-352
96. Roy JS, Macdermid JC, Goel D et al. (2010) What is a Successful Outcome Following Reverse Total Shoulder Arthroplasty? *Open Orthop J* 4:157-163
97. Ruchholtz S, Hauk C, Lewan U et al. (2011) Minimally invasive polyaxial locking plate fixation of proximal humeral fractures: a prospective study. *J Trauma* 71:1737-1744
98. Sallay PI, Reed L (2003) The measurement of normative American Shoulder and Elbow Surgeons scores. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons ... [et al.]* 12:622-627
99. Scheibel M (2011) [Humeral head fracture and cuff]. *Unfallchirurg* 114:1075-1078, 1081-1072
100. Seybold D, Königshausen M, Godry H et al. (2010) Primäre Schulterendoprothetik nach Trauma. *Trauma und Berufskrankheit*:6-11
101. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T et al. (1993) The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am* 75:1745-1750
102. Siebenrock KA, Gerber C (1993) The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 75:1751-1755
103. Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E et al. (2007) Predictors of scapular notching in patients managed with the Delta III reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 89:588-600
104. Sirveaux F, Favard L, Oudet D et al. (2004) Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 86:388-395
105. Sirveaux F, Roche O, Mole D (2010) Shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fracture. *Orthop Traumatol Surg Res*
106. Smithers CJ, Young AA, Walch G (2011) Reverse shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med* 4:183-190
107. Solberg BD, Moon CN, Franco DP et al. (2009) Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 91:1689-1697
108. Tepass A, Blumenstock G, Weise K et al. (2013) Current strategies for the treatment of proximal humeral fractures: an analysis of a survey carried out at 348 hospitals in Germany, Austria, and Switzerland. *J Shoulder Elbow Surg* 22:e8-14
109. Trapp OM, Beickert R, Bühren V (2005) Proximaler Humerusnagel bei körpernahen Oberarmbrüchen. *Trauma und Berufskrankheit* 07/2005:89-96
110. Valenti P, Katz D, Kilinc A et al. (2012) Mid-term outcome of reverse shoulder prostheses in complex proximal humeral fractures. *Acta Orthop Belg* 78:442-449
111. Voigt C, Lill H (2007) Versorgung proximaler Humerusfrakturen. *S43-S47*
112. Walker M, Willis MP, Brooks JP et al. (2011) The use of the reverse shoulder arthroplasty for treatment of failed total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*

- 113. Wall B, Nove-Josserand L, O'Connor DP et al. (2007) Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am* 89:1476-1485
- 114. Wiedemann E (2006) Schulterendoprothetik. *Der Unfallchirurg* 109:1073-1084
- 115. Willis M, Min W, Brooks JP et al. (2012) Proximal humeral malunion treated with reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 21:507-513
- 116. Young SW, Segal BS, Turner PC et al. (2010) Comparison of functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty in the primary treatment of acute proximal humerus fracture. *ANZ J Surg* 80:789-793
- 117. Young TB, Wallace WA (1985) Conservative treatment of fractures and fracture-dislocations of the upper end of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 67:373-377
- 118. Zumstein MA, Pinedo M, Old J et al. (2011) Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 20:146-157

7. Anhang

7.1 Anlage 1: Patientenerhebungsbogen

„Die inverse Schulterendoprothese als alternative Versorgung der komplexen proximalen Humerusfraktur. Eine vergleichende Untersuchung der primären und sekundären Implantation einer inversen Schulterprothese“

Untersucher Name und Unterschrift	
Untersuchungsdatum (TT-MM-JJJJ)	

1.)Patientendaten:

Zugeordnete Nummer	
Geburtsdatum (TT-MM-JJJJ)	
OP-Datum (1.OP/2.OP) (TT-MM-JJJJ)	
Geschlecht	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Dominanter Arm	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links
Größe zum OP Zeitpunkt (cm)	
Gewicht zum OP Zeitpunkt (kg)	
Osteoporose (präoperativ)	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> unbekannt <input type="checkbox"/> erfolgte Osteodensitometrie: <input type="checkbox"/> ≥ -1 <input type="checkbox"/> -1 bis -2,5 <input type="checkbox"/> $\leq -2,5$

2.Vor dem Unfall:

Vor dem Unfall				
	unmöglich	sehr schwierig	ein bisschen schwierig	gar nicht schwierig
1. Einen Mantel anziehen				
2. Auf der schmerzhaften Seite schlafen				
3. Den Rücken waschen / BH hinten schließen				
4. Toilettenhygiene				
5. Die Haare kämmen				
6. Auf ein hohes Regal greifen				
7. 5kg über Schulterhöhe heben				
8. Einen Ball werfen				
9. Der üblichen Arbeit nachgehen Beschreibung:				
10. Dem üblichen Sport nachgehen Beschreibung:				

3.)Präoperativ:

Diagnose		
Fraktur Seite	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
Frakturtyp	<input type="checkbox"/> I,___ <input type="checkbox"/> II,___ <input type="checkbox"/> III,___ <input type="checkbox"/> IV,___ <input type="checkbox"/> V,___ <input type="checkbox"/> VI ant,___ <input type="checkbox"/> VI post,___	
Neer-Klassifikation		
Anzahl der Fragmente:		
Frakturtyp (AO-Klassifikation)	<input type="checkbox"/> A1.___ <input type="checkbox"/> A2.___ <input type="checkbox"/> A3.___ <input type="checkbox"/> B1.___ <input type="checkbox"/> B2.___ <input type="checkbox"/> B3.___ <input type="checkbox"/> C1.___ <input type="checkbox"/> C2.___ <input type="checkbox"/> C3.___	
Weichteilschaden	<input type="checkbox"/> offene Fraktur (Gustilo / Anderson) <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> IIIA <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> IIIB <input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> geschlossene Fraktur <input type="checkbox"/> G1 <input type="checkbox"/> G2 <input type="checkbox"/> G3

Zusatzfraktur <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> _____ Nebendiagnosen <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Karzinom <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus <input type="checkbox"/> Arterielle Verschlusskrankheit <input type="checkbox"/> Niereninsuffizienz <input type="checkbox"/> Störung des Knöchernen Stoffwechsels <input type="checkbox"/> Bekannte HIV-Infektion <input type="checkbox"/> Bekannte Hepatitis-Infektion <input type="checkbox"/> Z.n. tiefer venöser Thrombose <input type="checkbox"/> Andere relevante Zusatzerkrankungen mit Einfluss, insbesondere _____	Zusatzmedikation <input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Glukokortikoide <input type="checkbox"/> Immunsuppressiva <input type="checkbox"/> Antiepileptische Medikamente <input type="checkbox"/> Andere relevante Medikamente mit Einfluss, insbesondere _____
---	--

Einnahme gerinnungshemmender Medikamente: <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: _____
Hämoglobin-Wert im Verlauf: Bei Aufnahme: _____ 1. Postoperativer Tag: _____
Anzahl der transfundierten Blutkonserven: <input type="checkbox"/> intraoperativ: <input type="checkbox"/> auf Station:

Präoperative Behandlung <input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> externe Fixation <input type="checkbox"/> andere: _____

Anästhesiologische Einschätzung: ASA-Score: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
--

4.) 1.OP – Osteosynthese (falls erfolgt) :

Verantwortlicher Operateur:

Komplikationen

Allgemein

tiefe Beinvenenthrombose	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Lungenembolie	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Pneumonie	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Andere (bitte angeben)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

Lokale Komplikationen

Hämatom	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wundheilungsstörung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Oberflächliche Infektion	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Tiefe Infektion	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Motorische Schwäche	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Sensorische Schwäche	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Durchblutungsstörungen	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Andere (bitte angeben)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

Technische Komplikationen

Schraubenlockerung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Schraubenperforation (intraartikulär)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Andere (bitte angeben)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

Entscheidende Komplikation die zur Entscheidung zur Re-Operation geführt hat:

Stationärer Aufenthalt (Tage):

5.)Einbau der inversen Prothese:

Begründung für Entscheidung zur Prothese:

- ☐ vorausgegangenes Osteosyntheseversagen
- ☐ hohes Alter
- ☐ keine Osteosynthese möglich/zu viele Fragmente
- ☐ Wunsch des Patienten
- ☐ _____

Verantwortlicher Operateur:

Blutverlust perioperativ/Anzahl der verwendeten Einmalkonserven:

Dauer der Operation (Schnitt – Naht)
_____ min

Operative Probleme und deren Lösung:

Komplikationen

Allgemein

- | | | |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| tiefe Beinvenenthrombose | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Lungenembolie | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Pneumonie | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Andere (bitte angeben) | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
-

Lokale Komplikationen

- | | | |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Hämatom | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Wundheilungsstörung | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Oberflächliche Infektion | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Tiefe Infektion | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Motorische Schwäche | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Sensorische Schwäche | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Durchblutungsstörungen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Andere (bitte angeben) | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
-

Stationärer Aufenthalt (Tage):

Verwendete Prothese:

6.) Langzeitverlauf (zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung):

Visuell – Analoge Skala	
<p>Schmerzen rechts:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> 0 _____ 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Keine Schmerzen schlimmsten Schmerzen die ich mir vorstellen kann </div>	
<p>Schmerzen links</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> 0 _____ 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Keine Schmerzen schlimmsten Schmerzen die ich mir vorstellen kann </div>	
<p>Beweglichkeit rechts:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> 0 _____ 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Überhaupt nicht beweglich optimal beweglich </div>	
<p>Beweglichkeit links:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> 0 _____ 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Überhaupt nicht beweglich optimal beweglich </div>	

	unmöglich	sehr schwierig	ein bisschen schwierig	gar nicht schwierig
1. Einen Mantel anziehen				
2. Auf der schmerzhaften Seite schlafen				
3. Den Rücken waschen / BH hinten schließen				
4. Toilettenhygiene				
5. Die Haare kämmen				
6. Auf ein hohes Regal greifen				
7. 5kg über Schulterhöhe heben				
8. Einen Ball werfen				
9. Der üblichen Arbeit nachgehen Beschreibung:				
10. Dem üblichen Sport nachgehen Beschreibung:				

Constant Score:

<u>Kategorie</u>		<u>Punkte</u>	<u>rechts</u>	<u>Links</u>
<u>Schmerzen</u>	Keine	15		
	Leicht	10		
	Mäßig	5		
	Stark	0		
<u>Alltagsaktivitäten</u>	Inwieweit kann der Beruf ausgeübt werden oder bestehen Einschränkungen	4		
	Inwieweit sind Freizeitaktivitäten/Sport Möglich	4		
	Inwieweit ist der Schlaf durch Schmerzen gestört	2		
<u>Reichweite der Hand/sind Bewegungen und Tätigkeiten in dieser Höhe uneingeschränkt möglich</u>	Bis zur Gürtellinie	2		
	Bis zum Xiphoid	4		
	Bis zum Hals	6		
	Bis zum Scheitel	8		
	Über den Kopf hinaus	10		
<u>Bewegungsumfang:</u> 1.) <u>Abduktion</u>	0-30°	0		
	31-60°	2		
	61-90°	4		
	91-120°	6		
	121-150°	8		
	151-180°	10		
<u>2.)Elevation</u>	0-30°	0		
	31-60°	2		
	61-90°	4		
	91-120°	6		
	121-150°	8		
	151-180°	10		
<u>3.)Außenrotation</u> (Mehrfachnennungen möglich)	Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorne	2		
	Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach hinten	2		
	Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach vorne	2		

	Hand auf den Scheitel, Ellenbogen nach hinten	2		
	Volle Elevation über den Kopf	2		
<u>4.)Innenrotation</u>	Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	0		
	-auf dem Gesäß	2		
	-auf lumbosakralen Übergang	4		
	-auf Höhe 3. Lendenwirbel	6		
	-auf Höhe 12. Brustwirbel	8		
	Handrücken zwischen den Schulterblättern	10		
<u>Kraft</u>	Arm im rechten Winkel abspreizen und Gewicht 5 Sek. halten.	Maximum 25 Punkte		

Constant Score gesamt:

Oxford Shoulder Score:

Während der letzten 4 Wochen:

<u>1. Wie würden Sie den schlimmsten Schmerz in ihrer Schulter beschreiben?</u>	<input type="checkbox"/> untragbar <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> kein
<u>2. Wie würden Sie den Schmerz beschreiben, den Sie gewöhnlich in Ihrer Schulter haben?</u>	<input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> sehr leicht <input type="checkbox"/> kein
<u>3. Wie sehr hat ihr Schulterschmerz Ihre tägliche Arbeit behindert (Hausarbeit eingeschlossen)?</u>	<input type="checkbox"/> extrem <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> ein wenig <input type="checkbox"/> gar nicht
<u>4. Wurden Sie nachts im Bett von Schmerzen in der Schulter geplagt?</u>	<input type="checkbox"/> jede Nacht <input type="checkbox"/> die meisten Nächte <input type="checkbox"/> einige Nächte <input type="checkbox"/> nur ein oder zwei Nächte <input type="checkbox"/> nie
<u>5. Gab es wegen Ihrer Schulter Probleme beim Anziehen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> extreme Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> leichte Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> gar keine
<u>6. Hatten Sie aufgrund Ihrer Schulter Schwierigkeiten ins Auto ein- oder auszusteigen, oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> extreme Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> sehr leichte Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> gar keine
<u>7. Konnten Sie Messer und Gabel gleichzeitig verwenden?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit extremen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht
<u>8. Können Sie die Haushaltseinkäufe selbstständig erledigen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit extremen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht
<u>9. Können Sie ein Tablett mit einem Teller Essen durchs Zimmer tragen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit extremen Schwierigkeiten

	<input type="checkbox"/> mit Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht
<u>10. Konnten Sie Ihr Haar mit dem betroffenen Arm kämmen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit extremen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht
<u>11. Konnten Sie Ihre Kleider mit dem betroffenen Arm in einer Garderobe aufhängen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit großen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht
<u>12. Konnten Sie sich unter beiden Armen waschen und abtrocknen?</u>	<input type="checkbox"/> unmöglich <input type="checkbox"/> mit großen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten <input type="checkbox"/> ja, leicht

7.2 Anlage 2: Tabelle Einzelpersonen

<u>Patient</u>	<u>primäre/sekundäre Implantation</u>	<u>Frakturtyp AO- Klassifikation</u>	<u>Constant Score betroffene Seite</u>	<u>Constant Score kontralateral</u>	<u>Kraft (Punkte)</u>	<u>Abduktion (°)</u>	<u>Elevation (°)</u>	<u>Schmerzen auf der VAS</u>	<u>OSS Score</u>	<u>ASES Score</u>
1	primär	A3	22	73	1	70	90	5	26	33
2	primär	C2 Headsplit	45	63	1	110	110	5	26	55
3	primär	C3	31	67	0	10	30	0	43	39
4	primär	A3	64	74	5	130	125	2	43	73
5	primär		60	77	4	125	130	4	44	70
6	primär	C1	38	48	1	90	85	0	36	73
7	primär	C1	35	68	0	70	65	0	20	60
8	primär	C3	2	76	0	30	25	8	6	13
9	primär	B3	25	60	0	30	30	0	24	75
10	primär	C1	51	67	2	100	110	0	35	68
11	primär	C2	43	79	5	110	120	5	24	55
12	primär	A2	35	66	0	60	60	0	37	73
13	primär	C2	13	65	0	30	0	2	18	50
14	primär	C3	57	78	4	90	130	0	42	83
15	primär	C3	65	80	6	140	145	0	46	88
16	primär	B1	43	70	2	95	90	0	24	62
17	primär	C2	59	77	5	130	130	2	44	68
18	primär	C1	31	58	0	30	40	0	23	67
19	primär	C3	31	46	1	70	55	2	28	48
20	sekundär	A3	44	65	3	110	110	0	41	72
21	sekundär	B3	3	71	0	10	0	8	2	10
22	sekundär	C1	47	75	2	70	85	0	40	78
23	sekundär	B1	21	79	0	80	35	3	29	52

24	sekundär	B1	21	51	0	60	60	0	17	65
25	sekundär	C2	31	73	0	30	40	3	31	52
26	sekundär	C2	24	37	1	90	85	5	17	47
27	sekundär	C2	66	81	3	110	110	0	47	95
28	sekundär	B2	41	74	2	90	90	1	32	65
29	sekundär	C1	23	76	0	70	65	4	15	33
30	sekundär	C1	52	40	2	90	100	3	45	63

7.3 Anlage 3: Studienvergleich

Studienvergleich: Ergebnisse inverser Prothesen nach Trauma

Studie (Veröffentlichung)	Anzahl	Durchschnitts- Alter (Jahre)	Follow-up (Jahre)	Aktive Elevation (°)	Aktive Abduktion(°)	Schmerz	Constant Score/ Ggf. anderer Outcome Score (präop./postop.)	Komplikationen /-rate
Eigene Ergebnisse insgesamt (2012)	30	76	1,5	78	78	VAS 2,1	-/38 (ASES Score: 60)	
Eigene Ergebnisse Primärer Einbau (2012)	19	79	1,4	83	80	VAS 1,8	-/41 (ASES Score: 61)	
Boyle et al. (2013) -nur inverse Prothesen-	55	79	5				OSS 28,1	
Bufquin et al. (2007)	41	78	22	97	86	12,5 Punkte CS	-/44 Punkte (66%)	12 insgesamt
Cazeneuve und Cristofari (2010)	36	75	6,6				/58,5 (nach 72 Mon.)	7 insgesamt
Gallinet et al. (2008) -nur inverse Prothesen-	16	74	1,0	98	91	13,1 Punkte CS	-/53	3 insgesamt
Klein et al. (2008)	20	75	2,8	123	113	-	-/68 (ASES Score: 68)	4 insgesamt
Lenarz et al. (2011)	30	77	1,9	139		VAS 1,1	-/- ASES Score: 78	10%
Reitman et al. (2011)	13	70	2,4	125	114	11 Punkte CS	-/67	4 insgesamt
Valenti et al. (2012)	27	78	1,9	112	97	13,5 Punkte CS	/55	1 insgesamt
Young et al. (2010) -nur inverse Prothesen-	10	77	1,8	115			ASES Score: 65 OSS: 29 (altes Scoresystem)	0

Studienvergleich: Ergebnisse inverser Prothesen nach sekundärer Implantation

Studie (Veröffentlichung)	Anzahl	Durchschnitts- Alter (Jahre)	Follow-up (Jahre)	Aktive Elevation (°)	Aktive Abduktion (°)	Schmerz	Constant Score/ Ggf. anderer Outcome Score (präop/postop)	Komplikationen /-rate
Eigene Ergebnisse sekundärer Einbau (2012)	11	71	1,6	71	74	VAS 2,5	/34 (ASES Score: 57)	
Brunner et al. (2007) -85% Frakturfolgen-	16	77	0,7	120			/90,5%	
Kelly II et al. (2012) -fehlgeschlagene Arthroplastik-	30	64	2,9	106	98		18/49 (ASES Score: 55/72)	50% (23% Re-Operationen)
Kiliç et al. (2010) -Frakturfolgen-	19	70	1,6	91	86	11,9 Punkte CS	9/47,5	
Levy et al. (2007) -Revisionen nach Hemiarthroplastik-	29	69	2,9	73	70		ASES Score: 38,5/67,5	28%
Martinez et al. (2012) -Unterschiedliche Primärbehandlung-	44	77	4	100	95	10,2 Punkte CS	28/58	27%
Melis et al. (2012) -Revisionen nach TEP-	37	71	3,9	121		11,5 Punkte CS	24/55	30% (22% Revisions- Operationen)
Walker et al. (2011) -Revisionen nach TEP-	22	68	3,3	130	100	VAS 1,5	ASES Score: 38,5/67,5	22,7%
Wall et al. (2010) -nur Revisionen-	45		3,3	118		11,3 Punkte CS	19,7/52,2	
Willis et al. (2012) -Frakturfolgen-	16	65	3,1	105	105	VAS 3	ASES Score: 28/63	0

Studienvergleich: Ergebnisse inverser Prothesen anderer Ätiologie

Studie (Veröffentlichung) -Indikation-	Anzahl	Durchschnitts- Alter (Jahre)	Follow-up (Jahre)	Aktive Elevation (°)	Aktive Abduktion (°)	Schmerz	Constant Score/ Ggf. anderer Outcome Score (präop/postop)	Komplikationen /-rate
Boileau et al. (2005) -verschiedene Indikationen-	45		3,3	121		67% keine oder leichte Schmerzen	17/59(87%) (ASES Score: 65)	22% Revisions- Operationen
Boughebri et al. (2012) -Defektarthropathie; 2facher Sehnentransfer-	15	67,5	2,7	126			23,7/61,1	2 insgesamt
Favard et al. (2011) -verschiedene Indikationen-	489	76	7,5	129		12,2 Punkte CS	24 (34%)/62 (85%)	89 insgesamt (18%)
Grassi et al. (2009) -verschiedene Indikationen-	23	75	3,5	133		12,5 Punkte CS	22 (27%)/56 (70%)	4 insgesamt
Lévigne et al. (2008) -eigentlich Notching Studie-	326	72	3,9	125			23 (33%)/58 (83%)	
Sirveaux et al. (2004) -Arthrose in Kombination mit Rotatorenmanschetten- ruptur-	80	73	3,7	138		13,4 Punkte CS	22,6/65,6	15 insgesamt
Wall et al. (2010) -verschiedene Indikationen-	191	73	3,3	137		12,3 Punkte CS	23/60	15% (5% Revisions- Operationen)

8. Persönlicher Anhang

8.1 Lebenslauf

8.2 Akademische Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren Damen und Herren an der Phillips-Universität in Marburg:

Barth

Bartsch

Basler

Bauer

Baum

Becker

Bohlander

Cetin

Czubayko

Daut

Del Rey

Feuser

Fuchs-Winkelmann

Görg

Gress

Grundmann

Grzeschik

Hertl

Höffken

Hofmann

Hoyer

Hundt

Kann

Kircher

Klingmüller

Klose

Koolmann

Kühnert

Lill

Löffler

Lohoff

Maier

Maisch

Meissner

Moll

Moosdorf

Mueller

Mutters

Neubauer

Oertel

Oliver

Pagenstecher

Plant

Preisig-Müller

Ramaswamy

Renz

Röhm

Ruchholtz

Sahmland

Schäfer

Schmidt

Schulze

Seitz

Sekundo

Steiniger

Vogelmeier

Wagner

Werner

Westermann

Weihe

Wulf

8.3 Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei Herrn Prof. Ruchholtz für die Überlassung des Themas bedanken. Meinem Betreuer, I. Kiriazidis, möchte ich danken, für die allzeit nette Betreuung und Hilfestellung bei allen Fragen. Danke auch an Herrn W. Beisswenger für die Hilfe in Bezug auf EDV Probleme, sowie an alle Mitarbeiter der unfallchirurgischen Abteilung.

Ein ganz besonderer Dank geht an meine Eltern und Geschwister, die mich jederzeit in der Fertigstellung der Arbeit unterstützt haben.

8.4 Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Die inverse Schulterendoprothese als alternative Versorgung der komplexen proximalen Humerusfraktur. Eine vergleichende Untersuchung der primären und sekundären Implantation einer inversen Schulterprothese“ in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie unter der Leitung von Prof. Dr. med. S. Ruchholtz mit Unterstützung durch I. Kiriazidis ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Arbeit aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Die vorliegende Studie wurde in Teilen auf dem Deutschen Orthopäden und Unfallchirurgenkongress in Berlin, 23-26.10.2012 präsentiert.

Karlsruhe, 05.06.2013

Stefanie Steuer

8.5 Publikationen

Die vorliegende Studie wurde in Teilen auf dem Deutschen Orthopäden und Unfallchirurgenkongress in Berlin, 23-26.10.2012 präsentiert.